

جامعہ ملیہ اسلامیہ



ڈاکٹر ذاکر حسین لائبریری

DR ZAKIR HUSAIN LIBRARY

JAMIA MILLIA ISLAMIA
JAMIA NAGAR

NEW DELHI

Please examine the book before
taking it out. You will be res-
ponsible for damages to the book
discovered while returning it.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

عَمَلِ طَبِيعَا

خَوَاصِ مَادَّةٍ - حرارت

(برائے بی۔ اے)

مُصَنَّفٌ

ایچ۔ ایس۔ ایلمن۔ ایم۔ اے۔ ڈی۔ ایس۔ سی۔ ادیراچ۔ مورے۔ آر۔ سی۔ ایس۔ سی۔ ڈی۔ ایس۔ سی

مترجم

مولوی وحید الرحمن صاحب بی۔ ایس۔ سی

پروفیسر طبیعیات کُلیہ جامعہ عثمانیہ

۱۳۵۰ھ ۱۳۴۰ھ ۱۹۳۱ء

طبع و نشر دار الفکر لاہور

یہ کتاب میکملن کمپنی کی اجانتائے جن کو حقوق
کاپی رائٹ حاصل ہیں اُردو میں ترجمہ کر کے
طبع و شائع کی گئی ہے۔

خواص ماده

فہرست مضامین

عملی طبیعیات

صفحہ	خواص مادہ	فصل اول
۱	تہیہ	فصل دوم
۱۶	بنیادی مقداروں کی پائش	فصل سوم
۴۴	کیتوں کی پائش مشتق اکائیوں میں	فصل چہارم
۷۳	اضافی کثافتوں کی تعین	فصل پنجم
۹۸	سکونیات	فصل ششم
۱۵۰	مشینیں	فصل ہفتم
۱۶۹	لچک	فصل ہشتم
۱۹۹	علم حرکت	فصل نہم
۲۴۱	دوری حرکت	فصل دہم
۲۶۶	گیسیں: بارپما اور کلیئہ بائیل	فصل یازدہم
۲۹۳	سطحی تناؤ	ضمیمہ ۱
۳۰۵		

عملی طبیعیات

حرارت

۳۱۲	تمش پائی	فصل اول
۳۲۶	پھیلاؤ کی شرحیں	فصل دوم
۳۵۲	حرارہ پائی	فصل سوم
۳۶۴	تبرید	فصل چہارم
۳۸۶	موصلیت حرارت کی قدر	فصل پنجم
۳۹۸	حرارت کا معادل جیلی	فصل ششم
۴۱۲	رطوبت پائی	فصل ہفتم
۴۲۵		ضمیمہ ب

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

فصل اول

تھید

۱۔ عام ہدایتیں

سائنس کے کسی شعبہ کے علمی کاموں میں نتائج مقصودہ کی دو قسمیں ہو سکتی ہیں۔ یعنی ایک کیفی اور دوسری کمتی۔ کیفی نتائج سے وہ نتائج مراد ہیں جن میں صرف یہ دیکھا جاتا ہے کہ اثرات کس قسم کے ہیں یعنی معلومات کی نوعیت کیا ہے۔ بخلاف اس کے کمتی نتیجوں میں پیمائش کے نقطہ نظر سے معلومات کی مقدار مد نظر ہوتی ہے۔ طبیعیات میں خالص کیفی نوع کا نتیجہ بہت کم مطلوب ہوتا ہے۔ اس مضمون کے ابتدائی مراحل میں بھی کیمیتی ہی نتائج کی زیادہ ضرورت پڑتی ہے۔ حالانکہ کیفی علم حاصل کرنے کی نسبت کمتی علم حاصل کرنے میں زیادہ دھمت اٹھانی پڑتی ہے۔ اسی وجہ سے تقریباً ہر طبیعیاتی تجربہ میں ایک دو پیمائشوں کی ضرورت ہوتی ہے۔ اس بناء پر طبیعیات کو شاید کسی قدر سختگیر سے ”صحیح پیمائشوں کی سائنس“ کہا جاتا ہے۔

چونکہ پیمائش کرنا طبیعیات کے علمی پہلو کا ایک ضروری جزو

سمجھا جاتا ہے۔ اس لئے بعض اوقات طلبہ بغیر آلات کو مطالعہ کئے ہوئے اور بغیر ایک سے زیادہ دفعہ مشاہدہ کئے عجلت سے بیانیہ شروغ کر دیتے ہیں۔ یہاں پر طبیعیات کے حقیقی علمی پہلو پر جس قدر زور دیا جائے کم ہے۔ یہ علمی پہلو محض پیمائشوں سے تعلق نہیں رکھتا بلکہ اس سے متاثر ایک علیحدہ چیز ہے۔ علمی طبیعیات کی تعلیم سے پورا فائدہ اٹھانے کے لئے نہ صرف یہ لازم ہے کہ تجربہ کا مقصد پورے طور سے سمجھا جائے بلکہ مشاہدہ کرنے کے قبل کچھ وقت آلات کو بٹھانے اور ان کے پُرزوں کی ساخت و استعمال کے مطالعہ میں صرف کرنا ضروری ہے۔

علمی طبیعیات کے اغراض بالکل پورے نہیں ہو سکتے جب تک کہ طالب علم آلات کی دست ورزی میں یدِ پٹوئے حاصل نہ کر لے اور جن اوزاروں کو استعمال کرتا ہے ان سے گہری دلچسپی پیدا نہ کر لے۔ سب سے پہلے تجربہ کے مقصد اور اس کی انجام دہی کے عام طریقوں کو سمجھ لینا چاہیئے اس کے بعد ضروری آلات کو یکجا کر کے ان کو ترتیب دینا چاہیئے۔

اس بات کا خیال رکھنا ضروری ہے کہ مشاہدات اور مساہات کا کام اس طرح ہو سکے کہ جسم کو بے ڈھنگے طریقے سے ٹیڑھا سیدھا کرنے کی ضرورت نہ پڑے۔ اور آلات کے جن حصوں میں زیادہ دست ورزی اور درستی کی ضرورت ہو وہ ایسی جگہ پر رکھے جائیں جہاں ہاتھ آسانی سے پہنچ سکے۔

ان امور پر گہری توجہ کا اثر بالواسطہ تجربہ کی صحت پر پڑے گا۔ کیونکہ اس حالت میں آلات کی درستی آسانی ہو سکیگی۔ اور ان کا اچھے مقام سے اتفاقاً ہٹ جانیکا خدشہ بھی کم ہو جائیگا اور مشاہدات بھی اطمینان کے ساتھ ہو سکیں گے۔

صحیح مشاہدہ کرنے کے قبل یہ اکثر مفید ثابت ہوتا ہے کہ تجربہ کو ایک سرسری نگاہ سے اس طرح دیکھ لیا جائے کہ اس میں مطلوبہ

ترتیب موجود ہے یا نہیں۔

۲۔ نتائج کو قلبند کرنا۔ بیاضیں

عملی طبیعات کی تعلیم میں دو بیاضوں کا رکھنا ضروری ہے۔ ان میں سے ایک بیاض بڑی ہونی چاہیئے جو ”صاف اور تصحیح کردہ“ نوٹ کے لئے مخصوص ہو۔ اس کا ہر دوسرا صفحہ ”ملی میٹر مربع دار ہو۔ دوسری چھوٹی بیاض مشاہدات اور حسابات کو فوراً قلبند کرنے کے لئے ہونی چاہیئے۔ اثنائے تجربہ میں اگر کوئی قابل لحاظ مظاہر مشاہدہ میں آئیں تو اس میں درج کرنے چاہئیں۔ محل میں صرف مختصر نوٹ لے لینے چاہئیں۔ جن کو بعد ازیں صاف بیاض میں پھیلا کر بیان کرنا چاہیئے۔ اس طرح سرسری نوٹ لے لینا ایسا ہی ضروری ہے جیسا کہ تجربہ کا کوئی اور عمل۔ خصوصاً اس حالت میں جب صاف بیاض کے لکھنے میں کچھ توقف ہو۔ اگر بروقت یادداشت نہ لے لی جائے تو مشاہدہ میں جو جو اہم اور ضروری باتیں معلوم ہوتی ہیں ان کو بھول جانے کا احتمال رہتا ہے۔ بے شیرازہ اوراق پر سرسری نوٹ نہیں لکھنے چاہئیں۔ کیونکہ ان کے ادھر ادھر ہو جانے کا خدشہ رہتا ہے۔ اس طرح یادداشت قلبند کرنے سے طالب علم ہی کا نقصان ہے۔

مشاہدات اور معائنات میں جو پیمائشیں ہوتی ہیں ان کو فوراً کچھ بیاض میں مندرج کر لینا چاہیئے اور ثبت کرنے کے بعد اُن پر نظر ثانی بھی ہونی چاہیئے۔ ہر عدد کے بعد اُس مقدار کا نام ہونا ضروری ہے جس کا وہ عدد نمائندہ ہے۔ ہر حالت میں جب کبھی کئی مشاہدے سلسلہ وار لئے جائیں تو ان کو جدولوں کی صورت میں ترتیب دینا چاہیئے۔ نتیجہ نکالنے کے لئے جن حسابات کی ضرورت ہو ان کو کچھ بیاض میں وضاحت کے ساتھ لکھنا چاہیئے۔

بڑی بیاض میں ہر تجربہ کا پورا بیان طالب علم کے اپنے الفاظ

میں ہونا ضروری ہے۔ اور یادداشت کے قلب بند کرنے میں ذیل کی ترتیب کا لحاظ رہے :-

(۱) آلات ستودہ کی تفصیل اور مربع دار کا فذ پر اُن کے نقشے جن پر حوالہ کے لئے نشانات بھی دئے ہوئے ہوں۔

(۲) تجربہ کے نظریہ کا مختصر بیان۔

(۳) تجربہ کے علوں اور مشاہدوں کا مفصل بیان۔ ہر معائنہ یا مشاہدہ کو درج کرنا چاہیئے۔ اور جہاں متواتر کئی مشاہدے کئے جائیں اُن کی ترتیب جدول وار ہونی چاہیئے۔

(۴) تجربہ سے جو نتیجہ نکلے صرف اُسی کو درج کرنا چاہیئے۔ عمل حساب کو درج کرنے کی ضرورت نہیں ہے۔ بالعموم نتیجوں کو اعداد صحیحہ اور کسور اعشاریہ سے ظاہر کرنا مناسب ہے۔

نتیجہ کو نمایاں طور پر درج کرنا چاہیئے۔ اور یہ اگر یا دوست کی اخیر سطر میں ہو تو قابل ترجیح ہے۔ جن اکائیوں میں نتیجہ ظاہر کیا جائے اُن کا ذکر ضرور ہونا چاہیئے جہاں تک ممکن ہو نتیجوں کو تریبی طریقہ سے ظاہر کرنا چاہیئے۔ ہر ترسیم پورے ایک صفحہ پر ہونی چاہیئے۔ اور جن مقداروں کی ترسیم کی جائے اُن کا اور اُن اکائیوں کا درج کرنا ضروری ہے جن سے اُن کو ظاہر کیا گیا ہے۔

جبکہ عمل ترسیم تجربہ کا ایک حصہ ہو تو اصلی خاکہ یا اُس کی نقل کسی مناسب پیانے سے بیاض میں داخل ہونی چاہیئے۔

۳۔ مشاہدات کی صحت

صفری اور انحرافی طریقے

عام طور پر جو آلات مہیا ہوں اُن کی مدد سے جہاں تک ہو سکے معائنہ میں اعلیٰ درجہ کی صحت پیدا کرنی چاہیے۔ قابل تحصیل صحت کے درجہ کو جانچنے کے لئے آلہ کی درستی کو دہرانا چاہیے اور دوبارہ معائنہ میں جتنی احتیاط ممکن ہو برتنی چاہیے۔ اگر ان دونوں معائنوں میں کچھ تناقض معلوم ہو تو سمجھ لینا چاہیے کہ خود آلات کے اندر کچھ خرابیاں موجود ہیں۔ بشرطیکہ ان کے بٹھانے میں اور معائنہ میں کافی احتیاط کی گئی ہو۔

علمی طبیعیات کی ابتدائی تعلیم کے دوران میں طالب علموں کے لئے یہ اچھی مشق ہوگی کہ وہ مختلف نوعیت کی پیمائشوں میں قابل تحصیل درجہ صحت کا تعین کریں۔ اس سے طالب علم کو جو تجربہ حاصل ہوگا وہ آئندہ چل کر اُس کو مختلف انواع کے مشاہدات کی نسبتی صحت کا اندازہ کرنے کے قابل بنائیگا بغیر اس کے کہ طالب علم ان کا تعین بالمثل کرے۔ مگر جب کبھی بالکل نئی قسم کی پیمائش کرنی ہو تو نسبتی صحت کا تعین اس طریقہ سے ایک یا دو بار ہونا چاہیے۔ یہ بات قابل لحاظ ہے کہ عام طور پر جن مشاہدات کا انحصار دو معلولوں کے اس قسم کے توازن پر ہو کہ وہ ایک دوسرے کے اثرات کو ذائل کر دیں وہ بہ نسبت ان مشاہدات کے زیادہ متبع ہوتے ہیں جن میں صرف کسی ایک معلول کی مقدار کی پیمائش کی جائے۔ بالفاظ دیگر اس مفہوم کو ہم یوں بھی ادا کر سکتے ہیں کہ صفری طریقے، انحرافی طریقوں سے زیادہ صحیح ہوتے ہیں۔

جب کسی تجربہ میں صفری طریقہ اختیار کیا جاتا ہے تو ہم ایک نامعلوم کمیت کے اثر کا تعادل کسی اسی قسم کی معلوم یا معیاری کمیت کے اثر سے پیدا کرتے ہیں۔ اثروں کے حاصل کا مشاہدہ ایک ایسے آلہ سے ہوتا ہے جو دو اثروں کے درمیان خفیف سا بھی فرق بتا سکتا ہے۔ اگر ہم ان میں سے ہر ایک کمیت کے اثر کو براہ راست ناپیں تو ہم کو ایسے آلہ کی ضرورت پڑیگی جس میں پورے اثر کے ماتحت بھی ایک معمولی سا انحراف پیدا ہو۔ یعنی ایک ایسا آلہ جس میں متبادل حساسیت کم ہو۔ آلہ کی اس کم درجہ کی حساسیت کے باعث انحراف کے معائنہ میں اگر نہایت ہی کم ناگزیر غلطی بھی ہو تو نتیجہ میں ایک معتد بہ اثر پیدا ہو جائیگا۔ اگر صفری طریقے سے کام لیا جائے تو اس سے بہت زیادہ حساس آلہ استعمال کیا جاسکتا ہے۔ بلکہ نہایت درجہ ممکن حساس آلہ اثرات کو ٹھٹھا بڑھا کر معائنہ کو صرف تک لانے میں جو غلطی ممکن ہے وہ آلہ کے پیمانہ پر غالباً اتنی ہی ہوگی جتنی کہ انحرافی تجربہ کے معائنہ میں۔ مگر اس سے کمیت زیر پیمائش میں بہت تھوڑی غلطی ظاہر ہوگی۔

اس اصول کی ایک نہایت عمدہ مثال کمیت مادہ کی پیمائش میں ملتی ہے۔ کمانیدار ترازو میں انحرافی طریقہ سے مادہ کی پیمائش ہوتی ہے۔ اس میں جس کمیت کی پیمائش کی جاتی ہے وہ کمائی کی وسعت ہے جو کسی جسم کے وزن سے پیدا ہوتی ہے۔ علم ترازو ایک آلہ ہے جس کا انحصار صفری طریقہ پر ہے۔ اور کمانیدار ترازو سے (جو اسی حد تک تولنے کے لئے بنائی گئی ہو) جتنی صحت ممکن ہے اس سے بہت زیادہ صحت عام ترازو میں حاصل ہے۔

یہ جاننا ضروری ہے کہ عام مشاہدات جن کا انحصار وزن دریا کرنے پر ہے بہت زیادہ صحیح ہوتے ہیں بہ نسبت ان کے جو وقت یا طول کے تعینات پر مبنی ہیں۔ بناء بریں جہاں تک ممکن ہو

تجربے اس طرح مرتب کرنے چاہئیں کہ نہایت اہم مشاہدات ترازو ہی کے ذریعہ سے کئے جائیں۔
 مثال کے طور پر طالب علم کی توجہ ”وزن پیش پیم“ کے ذریعہ سے مایعات کے پھیلاؤ کے تجربہ کی طرف منتقل کرائی جاتی ہے۔ یہ تجربہ اس طرح ترتیب دیا جاتا ہے کہ حجم کے بڑھنے کی شرح بغیر اس کے کہ حجم کی ایک بھی پیمائش ہو دریافت کر لی جاتی ہے۔ اس تجربہ میں ہر مشاہدہ جس سے نتیجہ محسوب ہوتا ہے ”وزن کرنا“ ہی ہے۔
 باستثناء طول کے تعین کے (جو فن مناظر کے طریقوں سے کیا جاتا ہے اور جس میں مکمل وپرتکلف آلات کی ضرورت پڑتی ہے) کوئی دوسری طبیعیاتی تعین ایسی صحت سے نہیں کر سکتے۔ جیسے کمیت مادہ کی تعین یا کمیتوں کا مقابلہ۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ خوش ساخت ترازو سے اعلیٰ درجہ کی حساسیت حاصل ہو سکتی ہے۔ صرف ایک ہی اور سادہ طبیعی پیمائش ہے جو صحت میں اس کے (یعنی کمیت کی پیمائش کے) قریب قریب ہے۔ یہ سادہ پیمائش وہیٹ سٹون کے پل کے ذریعہ سے برقی مزاحمت کی تعین ہے اور یہ بھی صفری طریقہ ہی کا تجربہ ہے۔

۴۔ نتیجوں کی تحسیب

چونکہ طبیعی کمیت کے تعین میں جو صحت قابل حصول ہوگی کی ایک حد ہے اس لئے ظاہر ہے کہ ایسے تعینات سے حاصل کردہ نتائج کی صحت کی بھی ضرور ایک حد ہونی چاہیئے۔ لہذا تحسیب نتائج میں مشاہدات کی استعداد سے زیادہ اعداد ملحوظ کے شمار تک پہنچنا غیر ضروری ہے۔

آخری نتیجہ ہندسوں کے کسی خاص مقام ہی تک قابل اعتبار ہو سکتا ہے۔
 اس مقام سے آگے کے اعداد بے معنی ہو جاتے ہیں۔
 اگر تحسیب کے ہر مرحلہ پر ملحوظ ہندسوں کی تعداد اسی مرحلہ
 کے نتیجہ میں تحسیب کے دوسرے حصہ کی طرف متوجہ ہونے سے پیشتر رہنا۔
 طور پر کچھ کم کر دی جائے تو حسابی شمار میں بہت سی محنت بچ جائیگی۔
 مثلاً ایک ایسے استوانہ کے حجم کی تعیین پر غور کرو جس کی لمبائی ۳۷۴۴
 ہے اور قطر ۱۲۱۳ سمر ہے اس کا حجم ضابطہ $\frac{\pi}{4} \times (1213)^2 \times 3744$ مکعب سمر
 سے حاصل ہوتا ہے۔

ان میں سے کوئی پائش کردہ مقدار ایسی نہیں ہے جس کی
 صحت ہزار میں ایک سے زیادہ ہو۔ اس لئے حسابی شمار میں چار ہندسوں
 سے زیادہ قائم رکھنا بے سود ہے اور ۳۳ کی قیمت ۳۷۴۴ رکھی جاسکتی ہے
 بلکہ ۳۷۴۴ ہی رکھنا کافی ہے۔

$$\begin{aligned} (1213)^2 &= 1471269 \text{ جس کو } 1471266 \text{ بھی لے سکتے ہیں۔} \\ 1471266 \times 3744 &= 5502629 \text{ اور اس کو } 550267 \text{ لے سکتے ہیں۔} \\ \frac{\pi}{4} \times 550267 &= \\ 550267 \times 0.7854 &= 432000.2 \end{aligned}$$

اس آخری نتیجہ کو ۴۵۶ مکعب سمر لکھ سکتے ہیں۔

عمل حساب کی تسہیل میں ضرب کے اختصاری طریقے بہت
 مفید ہوتے ہیں۔ (اختصاری طریقے کا بیان ابتدائی کتابوں میں آچکا ہے)۔
 دستور یہ ہے کہ نتیجوں کو ہندسوں کی اتنی تعداد تک ظاہر کرتے
 ہیں جہاں تک ان کی صحت کا دعویٰ ہو سکتا ہے۔ اس لئے اگر نتیجہ پانچ
 ہندسوں تک لکھا جائے تو یہ مان لیا جاتا ہے کہ نتیجہ ان ہندسوں تک صحیح
 ہے۔ نتیجہ کو پانچ ہندسوں تک لکھنا (جس حالت میں صحت ہزار میں ایک
 ہی ہو) نہ صرف غیر ضروری ہے بلکہ اس سے دھوکا بھی ہوتا ہے۔ کیونکہ اس صورت

میں ان مشاہدات کی صحت کے متعلق غلط فہمی ہوگی جن پر حاصل شدہ نتیجہ کا انحصار ہے۔

اگر ایسا ہو کہ آخری لمحوں ہندسہ صفر ہے تو اس کو بھی نتیجہ میں داخل کر لیا جاتا ہے خواہ وہ اعشاریہ کے بعد ہی ہو۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ نتیجہ لمحوں ہندسوں کی اس تعداد تک درست ہے مثلاً اگر یہ لکھا جائے کہ
 ایچ = ۲۵۴۰۰ سہر تو اس سے ظاہر ہوگا کہ یہ ۲۵۴۰۰ میں ایک حصہ تک صحیح ہے۔

اکثر اوقات جب ہندسوں کی تعداد بہت زیادہ ہوتی ہے تو بجائے بہت سے صفر لکھنے کے کسی چھوٹے عدد کے بعد ۱۰ کی قوتیں رکھ دی جاتی ہیں۔ بطور مثال کیتوں کی مقدار ظاہر کرنے میں اگر ۳ یا ۴ فی صدی صحت مقصود ہو تو ۲۸۰۰۰۰ د ۲۸۰ کو 10×28 لکھ سکتے ہیں۔ اگر ۳۰۰ میں ہر ایک کی صحت منظور ہو تو اس کو $10 \times 28 \times 10$ یا $10 \times 28 \times 10 \times 10$ لکھ سکتے ہیں۔ اسی طور پر نہایت چھوٹی مقداروں کے لئے اعشاریہ کے بعد بہت سے صفر لکھنے کی بجائے ۱۰ کی منفی قوتیں استعمال کی جاتی ہیں۔ مثلاً ۳۵۰۰۰۰ کو جس میں ۳۰۰۰ میں ایک کی صحت ظاہر کی گئی ہے ۳۵۰۰ $\times 10$ لکھ سکتے ہیں۔ لیکن اس کو 10×28 لکھنا غلط ہوگا کیونکہ اس حالت میں اس کی صحت صرف ۳ فی صدی ہوگی حالانکہ مشاہدات کی صحت ۳۰۰۰ میں ایک ہے۔

لوکارٹم کی مدد سے جو تحسیب ہوتی ہے اُس کا درجہ تخمینہ لوکارٹی جدول کے ہندسوں کی تعداد پر منحصر ہے۔

جب تحسیب میں چار یا پانچ ہندسے شامل ہوں تو چار ہندسوں کی لوکارٹی جدول کے استعمال سے ۲۵۰۰ میں ایک کی صحت حاصل ہوتی ہے۔ اگر اجزائے ضربی عمل ضرب میں یا تقسیم میں بڑے جائیں تو اسی حساب سے غلطی کے بڑھنے کا احتمال ہے۔ پانچ ہندسوں کی جدولیں استعمال کرنے میں تقریباً دس گنا صحت بڑھ جاتی ہے۔ مگر دس ایچ

کی سلائیڈ رول (Slide rule) کے استعمال کرنے میں (جہاں زائد از چار اجزائے ضربی سے کام لیا جائے) پانچ سو میں ایک سے زیادہ کی صحت حاصل نہیں ہو سکتی تاؤتیکہ اس کے استعمال میں بڑی احتیاط نہ برتی گئی ہو۔

اکثر اوقات یہ بہتر ہوتا ہے کہ صحیح تحسیب کے قبل تخمینی نتیجہ نکالنے کے لئے اور خصوصاً اعشاریہ کی جگہ دریافت کرنے کے لئے سرسری طریقہ سے حساب کر لیا جائے۔ یہ احتیاط سلائیڈ رول (Slide rule) کے استعمال میں خاص اہمیت رکھتی ہے۔ خصوصاً جب سلائیڈ رول (Slide rule) تبدیوں کے ہاتھوں میں ہو۔ اس کی مثال (صفحہ میں) استوانہ کے ابعاد سے دے سکتے ہیں۔

$$(2536) \times (113) \times \frac{\pi}{4} = C$$

$$2536 \times 113 \times 157.08 \times 1 =$$

$$= 3 \text{ تقریباً}$$

یعنی حجم ۳ مکعب سمر کے درجہ میں ہے۔

سلائیڈ رول (Slide rule) سے ۲۵۶ نتیجہ نکلتا ہے اور یہ ۲۱.۵۶ لکھا جاسکتا ہے۔ کیونکہ اعشاریہ کی جگہ کا پتہ سرسری حساب سے مل گیا۔

کسی تجربہ کے نتائج کی تحسیب میں جہاں کسی کیت کی تعین غیر تابع کمیتوں کی پیمائش سے ہوتی ہے اس حالت میں اس کمیت کو چند پیمائش کی ہوئی مقداروں کے درمیان صاف طرح سے ظاہر کرنا معمولاً مناسب نہیں ہوتا۔ اس طرز عمل سے عموماً ایک طویل اور پیچیدہ جملہ بن جاتا ہے جس کا حل کرنا مشکل ہوتا ہے۔ اور اس میں حسابی غلطیوں کے واقع ہونے کا بھی زیادہ احتمال ہے۔ مختلف مقداریں جب اس طرح سے ایک پیچیدہ جملہ میں اکٹھی کر دی جاتی ہیں تو وہ بے معنی

ہو جاتی ہیں۔ پس جہاں تک ممکن ہو تخیب کے ہر قدم پر طبیعیاتی مفہوم کو مد نظر رکھنا چاہیئے۔
اس اصول کی خاص مثال کے لئے صفحہ ۱ کے جملہ پر غور کرو۔ مندرجہ ذیل مساوات میں خاص طبیعیاتی کمیتیں ظاہر کرتی ہے :-

$$\text{گ ج گ} = \frac{1}{4} \text{ م ز} + \frac{1}{4} \text{ ک ر}$$

اگر مساوات کی یہ سادہ صورت قائم رکھی جائے تو اس کا اصلی مفہوم فوراً سمجھ میں آ جاتا ہے۔ اور اصول اولین کی مدد سے بلا توقف یہ لکھی جاسکتی ہے۔ ”م“ کو واضح طور سے ظاہر کرنا اس مساوات کے مفہوم کو ایک بڑی حد تک فنا کر دیتا ہے۔
ایسے ضابطوں کے استعمال سے جن کی وجہ سے حافظہ پر بے سود بوجھ پڑے پرہیز کرنا چاہیئے۔ جہاں تک ممکن ہو سکے کوشش یہی کرنی چاہیئے کہ اصول اولین کی مدد سے ہی مسئلہ حل ہو جائے۔

۵۔ ترسیمی طریقے

نظری اور عملی دونوں طبیعیات میں ترسیمی طریقوں کا استعمال بہت مفید ہے۔ جب کبھی تجربہ میں مشاہدات کا ایک ایسا سلسلہ حاصل ہو جن میں دو دو ایسی مقداریں ہوں جو ایک دوسرے پر منحصر ہیں تو ایک ایسی ترسیم کھینچی جائیئے جس سے ان کے آپس کا رشتہ پیش نظر ہو جائے۔ ترسیم سے یہ پتہ لگے گا کہ تابع متغیر ”ما“ متبوع متغیر ”لا“ پر کس طرح سے مبنی ہے۔ جب کاغذ عمودی سطح میں رکھا جائے تو یہ دستور ہے کہ متبوع متغیر کی قیمتوں کو افق کے

متوازی بائیں سے دہنے طرف فصلوں سے اور تالیج متغیر کی قیمتوں کو اوپر کی طرف معینوں سے تعبیر کرتے ہیں۔ تجربہ سے دی جاسکتی ہے۔ نمونہ اس کی مثال سادہ رقاص کے تجربہ سے دی جاسکتی ہے۔ اس میں "ل" طول کے رقاص کا وقت دوران "و" ناپا جاتا ہے۔ "ل" کو اپنی مرضی سے گھٹاتے بڑھاتے ہیں اور اسی کے مطابق وقت دوران کی قیمتوں کو دریافت کرتے ہیں۔ یہاں "ل" متبوع متغیر ہے۔ اس لئے اس کی ترسیم انق کے متوازی ہونی چاہئے۔ "و" کی ترسیم اس طرح پر ہونی چاہئے کہ "و" کا بیاناہ بیاض کے مرلبدار صفو کے نیچے سے اوپر تک جائے۔

وہ اکائیاں جن سے متغیر ظاہر کیا جاتا ہے اور نیز متغیر کا نام اُس کے اپنے محدودی محور پر واضح طور سے لکھا رہنا چاہئے۔ جس پیمانہ پر متغیر کی ترسیم ہوگی اُس پیمانہ کے انتخاب میں نہایت احتیاط برتنی چاہئے۔ پیمانہ ایسا ہونا چاہئے کہ بیاض کے مرلبدار صفو کا زیادہ سے زیادہ حصہ ترسیم محصلہ سے پُر ہو جائے۔

ان نقطوں کے گرد جو مشاہدات کو ظاہر کرتے ہیں چھوٹے چھوٹے دائرے کھینچ دینے چاہئیں۔ یا ان پر چھوٹے چھوٹے چلیپائی نشان دے دینے چاہئیں۔ اس کے بعد ایک ہموار منحنی اس طرح کھینچنا چاہئے کہ وہ نقطوں کے اوسط مقامات سے ہو کر گزرے یعنی منحنی کے دونوں طرف مشاہدوں کے نقطوں کی تعداد قریب قریب مساوی ہو۔ پہلے یہ دیکھ لینا چاہئے کہ آیا ترسیم خط مستقیم سے ہو سکتی ہے یا نہیں۔ لمبے شیشے کے ٹکڑے یا کٹری اور شفاف ٹکڑے پر کھینچے ہوئے ایک خط مستقیم سے اُس کی آزمائش ہو سکتی ہے۔ کیونکہ ایسی حالت میں اس خط مستقیم کے دونوں طرف کے نقطے نظر آ سکتے ہیں۔ اگر نقطوں میں سے ہو کر خط مستقیم نہ کھینچا جاسکے تو خط منحنی کھینچنا چاہئے خواہ یہ منحنی صرف ہاتھ سے کھینچا جائے یا کسی ایسے ٹکڑے کے ٹکڑے کے ذریعہ سے جو منحنی کے ساتھ ساتھ جھک جائے۔

اگر ترسیم محصلہ خط مستقیم ہے تو متغیروں کا باہمی رشتہ مندرجہ ذیل مساوات سے ظاہر ہوتا ہے۔

یہاں "س" اور "م" دونوں مستقل ہیں۔ اگر ترسیم خط مستقیم نہیں ہے تو محصلہ منحنی کی شکل سے متغیروں کا باہمی تغیر معلوم ہو جائیگا۔ مندرجہ ذیل مساواتوں کے منحنیوں کے علم سے طالب علموں کو پورا پتہ مل جائیگا کہ مشاہدات کی ترسیم کس منحنی سے ہو سکتی ہے۔

لا	=	ما
لا'	=	ما'
لا''	=	ما''
لا'''	=	ما'''
لا ^۴	=	ما ^۴
لا ^۵	=	ما ^۵

مقداروں میں کسی ایک کی قوتوں کو دوسرے کے مقابلہ میں ترسیم کرنے سے ایک خط مستقیم حاصل ہوتا ہے یا ایک مقدار کے لوکارتم کو دوسری مقدار کے مقابلہ میں آیا اس کے لوکارتم کے مقابلہ میں ترسیم کرنے سے بھی ایک خط مستقیم حاصل ہو سکتا ہے۔ جب ترسیم کی شکل خط مستقیم ہو تو دو متعلقہ طبیعیاتی مقداروں کے باہمی ربط کو ایک جبری مساوات سے ظاہر کر سکتے ہیں۔

اکثر اوقات بہ نسبت حسابی علموں کے ترسیمی طریقوں سے نتائج بہت کم محنت سے حاصل ہو سکتے ہیں۔ حوالہ کے لئے اس کتاب کی مثالیں ۱۲۹ صفحہ ۱۳۸ اور نیز طبیعیات علی (آواز و روشنی) برائے بی۔ اے کے صفحات نمبر ۵، ۶، ۷ اور ۱۲ کی مثالیں دیکھو۔

۶۔ طبیعیاتی پیمائش میں مستعمل اکائیاں

کسی کمیت کی پیمائش دو لفظوں میں ظاہر کی جاتی ہے — ایک تو ”عدد“ اور دوسرے ”اکائی“۔ مثلاً ۱۲ ثانیہ میں ”۱۲“ عدد ہے اور ”ثانیہ“ وقت کی اکائی ہے۔ ہر اس کمیت کو جس کی طبیعیات میں پیمائش ہوتی ہے ایک یا ایک اکائی کی ضرورت پڑتی ہے۔ تاہم کسی ایک کمیت کو کسی دوسری کمیت کے رقوم میں ظاہر کرنا ممکن ہے۔ مثلاً ہم ”چال“ کو کسی خاص وقت میں طے شدہ فاصلہ کے رقوم میں ظاہر کر سکتے ہیں۔ اور ان اکائیوں سے چال کی پیمائش کرنے میں صریحی فائدہ ہے جو طول اور وقت کی اکائیوں سے کوئی سادہ رشتہ رکھتی ہوں۔ علم حیل میں جتنی طبیعیاتی مقداروں سے واسطہ پڑتا ہے وہ کسی تین منتخب مقداروں کے رقوم میں ظاہر کی جاسکتی ہیں۔

ان مقداروں کے لئے چوتھیں غیر تابع اکائیاں ہیں وہ اکائیوں کے نظام میں بنیادی اکائیاں کہلاتی ہیں۔ اس نظام کی دوسری اکائیوں کو مشتق اکائیاں کہتے ہیں۔

پیمائش کے کاموں میں بنیادی مقداریں جو منتخب کی گئی ہیں وہ طول، کمیت مادہ اور ”وقت“ ہیں۔ ان مقداروں کی اکائیاں بالترتیب ”مستقل میٹر“، ”گرام“ اور ”ثانیہ“ ہیں۔ اور اسی بناء پر اس نظام کو اکائیوں کا س۔ گ۔ ت۔ نظام کہتے ہیں۔

مستقل میٹر، میٹر کا سواں حصہ ہے اور یہ میٹر پلانیم کی اس سلاخ کے سروں کا درمیانی فاصلہ ہے جو پلٹوس میں محفوظ رکھی ہوئی ہے۔ گرام، کلوگرام کا ہزارواں حصہ ہے اور یہ کلوگرام پلانیم کے

اُس اُستوانہ کے مادہ کی کمیت ہے جو پیر میں محفوظ رکھا ہوا ہے۔
 ایک مکعب دسی میٹر (۱۰۰۰ مکعب سمر یا ایک لیٹر) کشیدہ پانی کے مادہ
 کی کمیت اُس کی کثافت اعظم کی پیش پر ”کلو گرام“ ٹیٹرائی گئی تھی۔ اُس
 وجہ سے ۴۰۰ میٹری کی پیش کے ایک مکعب سمر پانی کی کمیت تقریباً صحیح
 ایک گرام ہوتی ہے۔ اوسط شمسی ثانیہ ہے۔ یعنی یہ اوسط شمسی دن کا $\frac{1}{۸۶۴۰۰}$
 حصہ ہے۔ جس کی تعین زمین کے وقت دوران (اِس کے محور کے
 گرد) سے ہوتی ہے۔



فصل دوم

بنیادی مقداروں کی پیمائش ۱۔ کمیت مادہ کی پیمائش ترازو

مروج ترازو کے ذریعہ سے کمیت مادہ کی جو پیمائش ہوتی ہے اُس میں دو قوتوں میں اس طرح سے توازن پیدا ہوتا ہے کہ ہر م پر اُن کے سیار اثر مساوی اور متضاد سمتوں میں ہوتے ہیں۔ جب یہ صورت حاصل ہو جاتی ہے تو یہ قوتیں اگر آپس میں متوازی ہوں تو وہ ہر م کے نصاب سے نقاطِ عمل کے فاصلوں سے ساتھ تناسبِ معکوس رکھتی ہیں۔

قوتیں جو ترازو کی ڈنڈی پر عمل کرتی ہیں وہ ڈنڈی سے ٹکرتی ہوئی کمیت مادہ کے وزن ہیں۔ اور اس طریقہ سے ان کمیتوں کے ادھان کی نسبت معین ہو جاتی ہے۔ چونکہ کسی جسم کا وزن اُس کی کمیت کے متناسب ہوتا ہے اس لئے مادہ کی کمیتوں کے درمیان جو نسبت ہے وہی نسبت ان کے وزنوں میں بھی ہے۔ اس مسئلہ کو

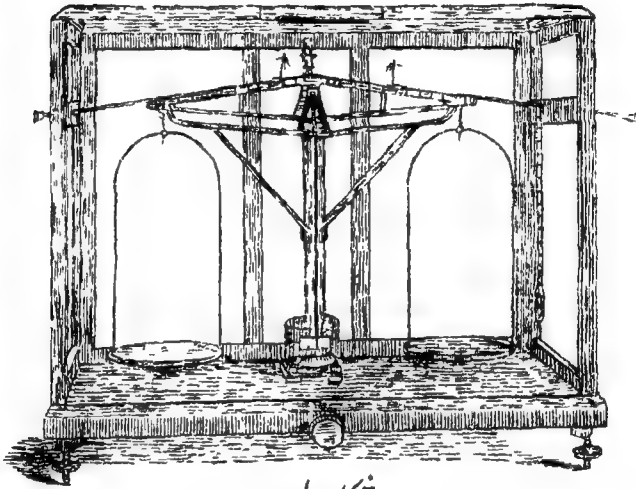
یوں لکھ سکتے ہیں :-
جب ڈنڈی تعادل میں ہو تو اس سے لٹکتے ہوئے مادہ کی کمیتوں کی نسبت ان بازوؤں کی نسبت کا مقلوب ہے جن سے وہ کمیتیں لٹک رہی ہیں۔

معمولی ترازو میں ڈنڈی ایک سخت سلاخ ہوتی ہے جس کی ساخت بعض اوقات شہتیر کی سی ہوتی ہے۔ یہ ڈنڈی ایک ایسے دھار دار کنارہ پر ٹھہری ہوئی ہوتی ہے جو ترازو کے ستون کے اوپر کی چبٹی تختیوں پر دھار ہوتا ہے۔ ڈنڈی کے دونوں سروں پر بھی دھار دار کنارے چلے ہوتے ہیں جن پر سے دونوں پلڑے لٹکتے ہیں۔

ڈنڈی کے دونوں حصے ترازو کے بازو کہلاتے ہیں۔ نصاب اور پلڑوں کے نقاط تعلیق کے لئے دھار دار کنارے اس لئے استعمال ہونے چاہئیں کہ ترازو کے بازو ایک معین طول کے ہوں۔ چونکہ حالت نوازن میں ان دو بازوؤں کی نسبت مادہ کی ان کمیتوں کا مقلوب ہے۔۔۔ جو پلڑوں پر دھری ہیں اس لئے ظاہر ہے کہ اس نسبت کو صحیح طور سے معلوم کرنے کے لئے خود بازوؤں کے طول بھی معین ہونے چاہئیں۔ عام طور پر یہ نسبت مساوات کی نسبت ہوتی ہے۔ لیکن بعض اوقات یہ نسبت ۱/۲ کی ہوتی ہے۔ چونکہ دھار دار کناروں پر بہت سا بوجھ پڑتا ہے اس لئے چاہئے کہ وہ کسی سخت چیز کے بنے ہوں۔ تاکہ جب ترازو پر وزن ڈالا جائے تو وہ خراب نہ ہو جائیں یا ان کی شکل نہ بگڑ جائے۔

جن ترازوؤں میں معتدل صحت مقصود ہو ان میں یہ دھار دار کنارے سخت فولاد کے بنائے جاتے ہیں۔ مگر سائنس کے کاموں میں جہاں غایت درجہ کے نازک و حساس ترازو کی ضرورت پڑتی ہے فولاد کی جگہ سنگ یشب استعمال کیا جاتا ہے۔ ترازو سے کام نہ لینے کی حالت میں دھار دار کناروں پر بلا ضرورت بار نہ ڈالنے کی غرض سے

ترازو میں ایک ایسا بیرم لگا رہتا ہے جس کے ذریعہ سے ڈنڈی دھار دار ٹیکنوں سے اٹھا کر ایک ایسی پیتل کی سلخ پر رکھ دی جاسکتی ہے جو ایک دو شاخ نما سلخ کے ذریعہ سے ستون میں لگی رہتی ہے۔ یہ بیرم پلڑوں کو بھی اٹھاتا ہے۔ اس طرح کہ ان کا بوجھ ڈنڈی کے سروں کے دھار دار کناروں پر نہیں پڑتا۔ یہ انتظام ترازو کی روک کھلتا ہے۔



شکل ۱
حساس ترازو

ترازو کو ادھر ادھر ہٹانے یا اُس کے پلڑوں میں باؤں کو بدلنے سے پہلے ڈنڈی کو اس طرح اوپر یا نیچے کرنا چاہیے کہ وہ مذکورہ بالا پیتل کی دو شاخ نما سلخ پر بیٹھ جائے تاکہ دھار دار کنارے ٹوٹ نہ جائیں یا بد شکل نہ ہو جائیں اور اسی لئے یہ ضروری ہے کہ ڈنڈی آہستہ آہستہ اوپر اٹھائی جائے یا نیچے اُتاری جائے۔ اکثر مقاصد کے لئے معمولی ترازو کے بازوؤں کو بالکل مساوی وزن کر سکتے ہیں۔ پس حالت توازن میں جس جسم کا وزن کیا جاتا ہے

اس کے مادہ کی کمیت باٹوں کی کمیت مادہ کے برابر فرض کی جاسکتی ہے۔ اگر دونوں بازو بالکل برابر نہ بھی ہوں تو اکثر تجربوں کی صحت میں ذرا بھی اثر نہیں پڑتا بشرطیکہ ہر تجربہ میں 'باٹ' ایک ہی پلڑے پر رکھے جائیں اور مجہول کمیت دوسرے پلڑے پر۔ اگر ایسا عمل کیا جائے تو "باٹ" مجہول کمیتوں کے مساوی تو نہ ہونگے مگر ان کے ساتھ ایک مستقل نسبت رکھینگے۔ اور چونکہ اکثر تجربوں میں مادہ کی مختلف کمیتوں کی نسبت ہی درکار ہوتی ہے اس لئے خاص نتیجہ پر اس کا کوئی اثر نہ پڑیگا۔ اچھا طریقہ یہ ہے کہ باٹ ہمیشہ داہنے پلڑے میں اور مجہول کمیت بائیں پلڑے میں رکھی جائے۔

جب کمیتوں کے مقابلہ کرنے کے لئے ترازو استعمال کی جاتی ہے تو یہ لازمی ہے کہ بحالت عدم بار ڈنڈی اور پلڑے وغیرہ توازن میں ہوں۔ اس کے بعد جب مجہول کمیت کے ساتھ دوسرے پلڑے پر کے باٹ توازن قائم کر دیں تو اس حالت میں دونوں پلڑوں پر کی کمیتیں مساوی ہونگی۔ اور ڈنڈی افق کے متوازی ہو کر ٹھیکہ جائیگی یا افقی سمت کے گرد ہتزاز کرنے لگیگی۔ اس کی جانچ کے لئے ایک لمبا سا نمائندہ ڈنڈی کے وسط میں مضبوطی سے لگا دیا جاتا ہے۔ اس نمائندہ کا پھیلا ہوا ایک درجہ دار پیمانہ کے سامنے جھولتا ہے جو ترازو کے ستون میں لگا ہوا ہوتا ہے۔ جب ڈنڈی میں توازن پیدا ہو جاتا ہے تو اس نمائندہ کا سر پیمانہ کے وسطی نشان کے گرد جھولنے لگتا ہے۔ اور اس سے ڈنڈی کی اُفقیّت جانچنے کا ایک حتمی طریقہ حاصل ہو جاتا ہے۔

ترازو پر وزن رکھنے کے قبل چوڑی دار پالیوں کی مدد سے ترازو کی سطح اس طرح سے درست کر لینی چاہئے کہ ستون اتھرابی

سمت میں ہوا یہ بات آلہ کے اُفقِ نا یا شاقول کی مدد سے دریافت ہو جاتی ہے)۔ جب یہ صورت حاصل ہو جائے تو مذکورہ بالا بیرونی کے ذریعہ سے ڈنڈی کو دھار دار کنارہ پر رکھ کر نمایندہ کے پچھلے سرے کی حرکت کا مشاہدہ کرنا چاہئے۔ بالعموم نمایندہ کے اہتزاز پیمانہ کے مرکز کے گرد نہیں ہوتے۔ لیکن اگر اس کا وسطی مقام مرکز سے دور نہ ہو تو ترازو کو بغیر مزید درستی کے استعمال کر سکتے ہیں۔ کسی جسم کے تولنے میں باٹ اُس وقت تک کم و بیش کئے جائیں جب تک کہ اہتزاز اُسی مقام کے گرد نہ ہونے لگے جس کے گرد کہ عدم بار کی حالت میں ہو رہا تھا۔ اس عمل کو ”کاذب صفر“ کے ساتھ عمل کرنا کہتے ہیں۔

اگر یہ ”کاذب صفر“ بحالت عدم بار پیمانہ کے مرکز سے کئی درجہ پر ہوں تو تولنے کے قبل ترازو کے اس نقص کو دور کر لینا چاہئے۔ عموماً اس نقص کا تدارک ڈنڈی کے سروں پر پھوڑی دار حلقوں سے ہو جاتا ہے۔ یہ حلقے ڈنڈی پر آگے پیچھے ہٹ سکتے ہیں۔ بعض ترازوؤں میں ایک چھوٹی سی جھنڈی ڈنڈی پر لکھی رہتی ہے۔ اس کے مقام کو بھی بدل کر نمایندہ بحالت عدم بار پیمانہ کے مرکز پر لایا جاتا ہے۔

اس امر کی کوشش اُس وقت تک نہیں کرنی چاہئے جب تک کہ طلبہ کو ترازو کی دست و زری سے پوری واقفیت حاصل نہ ہو جائے۔ ان حلقوں کو آگے پیچھے ہٹانے میں سخت احتیاط کی ضرورت ہے۔ کیونکہ ایسا نہ کرنے سے ترازو کے مختلف حصوں کو نقصان پہنچنے کا خدشہ رہتا ہے خصوصاً دھار دار کناروں کو۔

جب ترازو (نمائندہ) بحالت عدم بار اپنے مرکزی محل یا کاذب صفر کے گرد جھولنے لگے تو ڈنڈی کو اتار کر آہستہ سے جمہول کمیت کو بائیں پلڑے پر رکھنا چاہئے۔ اس کے بعد بائیں کو صندوقچہ سے نکال کر دائیں پلڑے پر اس طرح رکھنا چاہئے کہ پہلے بڑے باٹ رکھے جائیں اور اس کے بعد چھوٹے چھوٹے باٹ ترتیب وار یکے بعد دیگرے بدلے جائیں۔

جب کبھی پلڑے کو باٹ کے ہٹانے یا رکھنے کی غرض سے چھوٹا ہو تو ڈنڈی کو ضرور پیچھے اتار لینا چاہئے۔ خواہ باٹ کتنا ہی چھوٹا کیوں نہ ہو۔ تعادل کا اندازہ لگانے کے لئے ڈنڈی کو پورے طور سے اٹھانا بالکل بیکار ہے۔ کیونکہ عدم تعادل کا پتہ نمائندہ کی حرکت سے بخوبی ہو جاتا ہے۔ ڈنڈی کو پورے طور سے اٹھانے کی ضرورت اس وقت تک نہ ہوگی جب تک کہ سنتی گرام کے باٹ نہ استعمال کئے جائیں۔

بعض اوقات جب ایک سنتی گرام سے کم کا باٹ صندوقچہ میں نہیں ہوتا ہے تو اس صورت میں برلی گرام یا اس سے کم کا وزن ایک راکب کے ذریعہ صحیح دریافت ہو جاتا ہے۔ یہ راکب تار کو موڑ کر اس طرح بنایا جاتا ہے کہ وہ ترازو کی ڈنڈی پر بیٹھ سکے۔ اس کا وزن عموماً ایک سنتی گرام ہوتا ہے۔ ڈنڈی پر ایسے نشانات دیئے رہتے ہیں کہ نشانوں کا درمیانی فاصلہ بازو کے طول کا دسواں حصہ ہوتا ہے۔ راکب کو ڈنڈی پر آگے پیچھے ہٹا کر ترازو میں تعادل قائم کیا جاتا ہے۔ اور حالت تعادل میں راکب کے محل کو دیکھ لیا جاتا ہے۔ ظاہر ہے کہ ڈنڈی پر ایک سنتی گرام وزنی راکب نصاب سے بازو کے $\frac{1}{10}$ دس حصہ کے فاصلہ پر پلڑے میں کے ایک برلی گرام کے وزن کے برابر ہے۔ اور $\frac{1}{10}$ دس حصہ کے فاصلہ پر ۲ برلی گرام کے برابر د علی ہذا اس طرح سے سنتی گرام راکب کے ذریعہ سے کسی جسم کا وزن ایک برلی گرام یا اس سے کم کی حد تک

دریافت کیا جا سکتا ہے۔ بشرطیکہ ترازو کا بازو مندرجہ بالا طریقہ سے درجہ دار ہو۔ اور ترازو بھی کافی طور سے ایسا حساس ہو کہ وزن میں اس حد تک کا فرق تمیز ہو جائے۔

باٹوں کے صندوقچہ کے ساتھ اتنی ہی احتیاط برتنی لازم ہے جتنی کہ ترازو کے ساتھ۔ باٹ میں اگر زنگ لگ جائے تو اس کی کمیت میں فرق آ جاتا ہے اس لئے یہ احتیاط ہونی چاہئے کہ باٹوں سے تیزاب پارا یا پانی لگنے نہ پائے۔ اگر زنگ لگنے کی وجہ سے کسی بڑے باٹ کی کمیت میں ایک ملی گرام سے زیادہ اضافہ ہو گیا ہو تو اس حالت میں ملی گرام کی حد تک تولنا بالکل بے معنی ہوگا۔ کسی اچھے اور درست صندوقچہ کے باٹوں کو خواہ وہ چھوٹے ہوں یا بڑے ہمیشہ پیمائش کے ذریعہ سے اٹھانا چاہئے اور اس بات کا لحاظ رکھنا ضروری ہے کہ چھوٹے باٹ ٹرنے نہ پائیں۔ ان کو اس کنارے سے پکڑنا چاہئے جو اس کے لئے مخصوص ہے۔ چھوٹے باٹوں کی دست ورزی کی سہولت کے لئے ان کو ترازو کے پلڑے میں بڑے باٹوں کے اوپر رکھنا چاہئے۔

کسی تجربہ میں جہاں تک ممکن ہو باٹ ایک ہی صندوقچہ سے لینے چاہئیں اگر دو صندوقچوں کی ضرورت پڑ جائے تو استعمال کے بعد باٹوں کو اپنے اپنے صندوقچے میں واپس رکھ دینا چاہئے۔ جب تولنے کا عمل ختم ہو جائے تو باٹوں کا حساب (جب وہ پلڑے ہی میں ہوں) بیاض میں نوٹ کر لینا چاہئے۔ بعد ازاں ہر باٹ کو پلڑے سے صندوقچہ میں داخل کرتے وقت اس کی قیمت علیحدہ علیحدہ قلمبند کر لینی چاہئے۔ اس طریقہ سے بھی باٹوں کی مجموعی قیمت معلوم ہو جائیگی۔

اور اس طرح سے کوئی غلطی ہو بھی جائے تو وہ معلوم ہو سکیگی اور اس کی صحت بھی ہو جائیگی۔ اگر یہ احتیاط نہ برتی جائے تو ممکن ہے کہ تولنے کے عمل کو دہرانا پڑے اور کل تجربہ بیکار ثابت ہو۔

اگر جسم اور کمرہ کی پیش میں کوئی معتدبہ فرق ہو تو جسم کا وزن صحت کے ساتھ دریافت نہیں ہو سکتا۔ کیونکہ اس حالت میں ہوا میں حملی کرڈیں پیدا ہو جاتی ہیں۔ اگر جسم ہوا سے ٹھنڈا ہو تو جسم پر رطوبت بخمد ہو سکتی ہے۔ اور اس کی وجہ سے تعین شدہ وزن اصلی وزن سے زیادہ ہو جائیگا۔

کوئی زنگ انگیز مائع ترازو کے صندوق کے اندر اُس وقت تک داخل نہ کیا جائے جب تک کہ مائع کے برتن کو ڈاٹ کے ذریعہ سے بند نہ کر دیا جائے۔ ترازو میں داخل کرنے کے قبل، مائع کے برتن کے بیرونی حصوں کو خوب خشک اور صاف کر لینا چاہئے۔

تجربہ ۷۔ ترازو کے ذریعہ سے کسی جسم کے ماوہ کی کثیت کی تعین۔

پتھوں کے ذریعہ سے ترازو کی سطح درست کرو۔ دستہ گھما کر ڈنڈی کو آزاد کرو اور اس بات کا لحاظ رکھو کہ ڈنڈی بغیر کسی رکاوٹ کے دھار دار کناروں پر بیٹھ جائے۔ اگر ڈنڈی نہ ہلنے لگے تو پلڑوں میں سے کسی ایک پر ہاتھ کو جلد جلد ہٹا کر ہوا کی دھیمی رد پیداکرو۔ اس طریقہ سے جب ڈنڈی اوپر نیچے آزادانہ ہلنے لگے تو نائندہ کا اوسط مقام پیمانہ پر مشاہدہ کرو۔ اگر ترازو کے ہلنے کو موقوف کرنا ہو تو جب نائندہ وسطی مقام کے قریب آجائے تو ”روک“ استعمال کرو۔ کثیت مجہول کو بائیں پلڑے پر رکھو اور ایک ایسا ہاٹ دائیں پلڑے پر رکھو جو بائیں طرف کے وزن سے توازن قائم کرنے کے لئے کافی معلوم ہو۔ ڈنڈی کو آزاد کر کے دیکھو کہ باٹ ضرورت سے زیادہ ہے یا کم۔ تولنے کے عمل کو جاری رکھو مگر باٹوں کو اس طرح استعمال کرو کہ پہلے بڑا رکھو اور بعد چھوٹا اور اسی طریقے سے باٹ کو بتدریج کم کرتے جاؤ۔ جب تک کہ پورا توازن پیدا نہ ہو جائے اس بات کا ہمیشہ خیال رہے کہ باٹوں کو رکھتے یا ہٹاتے ہوئے ترازو کی حرکت کو روک لینا چاہئے۔ جب کہ نائندہ اُسی اوسط مقام کے گرد ہلنے لگے جس کے

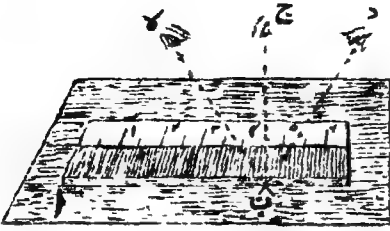
گرد پہلے وہ ہلتا تھا تو ترازو کو روک لو۔ اور جب باٹ پلٹے ہی پر رہیں تو ان کو محسوب کر کے نتیجہ درج کر لو۔ جب باٹ یکے بعد دیگرے پلٹے سے ہٹا کر صندوقچہ میں رکھے جائیں تو اُس وقت بھی ان کو گرن لو۔ اس عمل سے باٹوں کے حساب میں غلطی کا احتمال کم ہو جائیگا۔ مذکورہ بالا طریقہ سے پہلے دو اجسام "۱" اور "۲" کی کمیت جدا جدا دریافت کرو۔ بعد اس کے دونوں اجسام کی مجموعی کمیت دریافت کرو اور اس طرح سے جو قیمت حاصل ہوگی وہ دونوں کمیتوں کا حاصل جمع ہوگا۔

۲۔ طول کی پیمائش

طبیعیات کے طلبہ کے لئے طول کی پیمائش شاید سب سے آسان مشق ہے۔ باوجودیکہ سائنس کے کسی صحیح علمی کام شروع کرنے کے قبل طول کے پیمانے کے استعمال سے ہر کوئی واقف رہتا ہے لیکن مختلف قسم کے طول کی پیمائش میں جداگانہ صحت کی ضرورت پڑتی ہے اس لئے ہم چند خاص خاص صورتوں میں صحت کے مختلف درجے حاصل کرنے کے طریقوں کی توضیح کریں گے۔

یہاں اس امر کا خیال رکھنا چاہئے کہ طول کی کل پیمائشوں میں دو مشاہدے ضرور کئے جاتے ہیں کیونکہ جس طول کی پیمائش ہوتی ہے اُس کے ہر ایک سرے پر مشاہدہ کیا جاتا ہے۔ اس وجہ سے طول کی قیمت میں دوہری غلطی کا احتمال رہتا ہے۔

معمولی پیمانے سے جو مشاہدات کئے جاتے ہیں ان کی صحت محدود ہے کیونکہ درجوں کے نشان میں کچھ نہ کچھ موٹائی رہتی ہے اور آنکھ بھی براہ راست درجوں کی کسروں کو اس قدر مٹی پتر سے قریب تر اندازہ نہیں کر سکتی۔ اس لئے معمولی پیمانے سے طول کا اندازہ کرنے میں صحت ۰.۲ مٹی پتر سے زیادہ حاصل نہیں ہو سکتی ہے۔ اگر اس سے اعلیٰ درجہ



شکل ۲
اختلاف منظر کی وجہ سے غلطی

کی سمت مقصود ہو تو ایک ایسے آلہ کا استعمال لازمی ہے جس سے آنکھ کو مدولے۔ اور یہ بھی لازم ہے کہ درجوں کے نشانات بھی باریک اور منظم ہوں۔ اگر پیمانے کو لٹا کر رکھیں تو اس کے استعمال سے ۰.۵ ملی میٹر

سے زیادہ کی بھی غلطی ہو سکتی ہے کیونکہ اس صورت میں پیمانے کی موٹائی کی وجہ سے اختلاف منظر کی معتد بہ غلطی ممکن ہے۔ پیمانے کا درجہ دار کنارہ ہمیشہ اس طرح سے رکھا جانا چاہئے کہ وہ اُن دو نقطوں سے ملا ہوا ہو جن کے درمیانی فصل کی پیمائش



شکل ۳
پیمانے کے استعمال کا صحیح طریقہ

ہوتی ہے اس امر کے لئے ضروری ہے کہ پیمانے کو درجہ بند پہلو پر کھڑا رکھا جائے۔ مثلاً اگر دو نشان کاغذ پر بنے ہوں تو ان کا درمیانی فاصلہ ناپنے کے لئے پیمانے کو ایسا رکھنا چاہئے جیسا کہ شکل ۳ میں دکھایا گیا ہے۔

جب کسی جسم کے طول کی پیمائش براہ راست پیمانے کے ذریعہ ممکن نہ ہو تو اس صورت میں ڈویڈر یا اندرونی یا بیرونی ”سرل چاپ“ استعمال کیا جاسکتا ہے۔ چند حالتوں میں بیم کمپاس بکار آمد ہے۔ یہ ایک استوار سلاخ ہے جس میں دو ایسے ٹکڑے لگے ہیں جو آگے پیچھے سلاخ پر حرکت کر سکتے ہیں اور ان میں کمپاس کی دو نوکیں لگی ہوتی ہیں جو

سلاخ پر علمی القوائے ہیں۔

وزیئر کسریما کا اصول

پی ورنیئر (۱۶۶۴ء - ۱۷۲۷ء) نے پیمائش کی ایک ایسی قابل تعریف ترکیب نکالی ہے جس سے پیمائش میں عینی اندازہ کی صحت سے کہیں اعلیٰ تر صحت حاصل ہو سکتی ہے۔ یہ ترکیب ایک آلے پر مشتمل ہے جو اُسی کے نام سے موسوم ہے۔ اس میں ایک چھوٹا معاون پیمانہ ہے جو معمولی پیمانے پر آگے پیچھے حرکت کر سکتا ہے۔ یہ معاون پیمانہ وزیئر کسریما کہلاتا ہے۔ اس کے درجے معمولی پیمانوں کے درجوں سے یا تو بڑے ہوتے ہیں یا چھوٹے۔

اس آلہ کی بڑی خوبی یہ ہے کہ وہ بالکل سادہ ہے۔ اور اگر معاون پیمانے کی درجہ بندی موزوں ہو تو ہم اس کے ذریعہ سے درجہ کی کسی کسریما کو جس کی ضرورت ہو کافی صحت کے ساتھ پیمائش کر سکتے ہیں۔ عموماً کسریما اُس شکل میں استعمال کیا جاتا ہے جس میں وزیئر (معاون پیمانے) کے درجے اصلی پیمانوں کے درجوں سے کچھ چھوٹے ہوتے ہیں۔ اس لئے اسی قسم کے کسریما کا بیان کیا جائیگا اگرچہ دونوں شکلوں کے کسریما میں ایک ہی اصول کی پابندی کی جاتی ہے۔

معاون پیمانے کی درجہ بندی ایک ایسے درجہ سے شروع کی جاتی ہے جس کو وزیئر کا صفر کہہ سکتے ہیں۔ اس درجہ پر یا تو پیمانہ کی شکل بنی ہوتی ہے یا کسی اور قسم کا امتیازی نشان لگا دیا جاتا ہے۔ پیمائش پر وزیئر کے صفر کے ایک طرف "ن" برابر برابر درجہ بنائے جاتے ہیں اور بعض اوقات صفر کی دوسری طرف بھی ایک یا دو درجے رہتے ہیں۔ وزیئر کے یہ "ن" درجے اصلی پیمانے کے (ن - ۱) درجوں کے برابر ہوتے ہیں۔

اس لئے دریئر کا ہر ایک درجہ اصلی پیمانے کے ہر ایک درجے کے $\frac{1}{n}$ کے برابر ہوگا۔ بناء بریں دریئر کا ہر ایک درجہ اصلی پیمانے کے ہر ایک درجے سے بہ مقدار اصلی پیمانے کے ایک درجے کے $\frac{1}{n}$ کے کم ہوگا یا یوں کہو کہ :-

۱ اصلی پیمانے کا درجہ - ۱ دریئر کا درجہ = $\frac{1}{n}$ اصلی پیمانے کا درجہ
اس مقدار کو (یعنی اصلی پیمانے کے ایک درجے کے $\frac{1}{n}$ حصے کو) "دریئر کا مستقل" یا "شمار اقل" کہتے ہیں۔ اس طریقے سے دریئر کو اصلی پیمانے کے ایک درجے کے $\frac{1}{n}$ حصے تک کی پیمائش کرنے میں استعمال کر سکتے ہیں۔

فرض کرو کہ دریئر کا پیمانہ اصلی پیمانے پر اتنا ہٹایا گیا ہے کہ دریئر کا صفر اصلی پیمانے کے کسی ایک درجے کے نشان سے ٹھیک مل گیا ہے اس حالت میں اصلی پیمانے کے صفر اور دریئر کے صفر کا درمیانی فاصلہ اصلی پیمانے کے پورے پورے درجوں کے برابر ہوگا۔ اور یہ وہی فاصلہ ہے جس کو ہم دریافت کرنا چاہتے ہیں۔ دریئر کے درجوں کے دوسرے نشانات اصلی پیمانے کے درجوں کے ساتھ ٹھیک نہیں ملینگے بلکہ وہ یعنی (دریئر کے دوسرے نشانات) بالترتیب اصلی پیمانے کے ایک درجے کا $\frac{1}{n}$ ، $\frac{2}{n}$ ، $\frac{3}{n}$ وغیرہ حصہ پیمانے کے صفر کی طرف ہٹ کر رہینگے۔

اب فرض کرو کہ دریئر اصلی پیمانے پر کچھ اور آگے اتنا ہٹایا گیا کہ دریئر کے صفر نے اصلی پیمانے کے ایک درجے کا $\frac{1}{n}$ حصہ ملے کیا۔ اس سے صاف ظاہر ہے کہ دریئر کے درجے کا نشان (۱) ہٹ کر اصلی پیمانے کے کسی درجے سے مل جائیگا۔ اب اگر دریئر کو آگے اتنا بڑھایا جائے کہ صفر اصلی پیمانے کے درجے کا $\frac{1}{n}$ حصہ پھر ملے کرے تو دریئر کے درجے کا نشان (۲) اصلی پیمانے کے کسی درجے سے مل جائیگا۔ اگر دریئر کے صفر کا کل ملے کیا ہو فاصلہ اصلی درجے کے $\frac{3}{n}$ حصے کے

برابر ہو تو دریئر کا نشان (۳) اصلی پیمانے کے کسی ایک درجے سے مل جائیگا
وعلیٰ ہذا۔

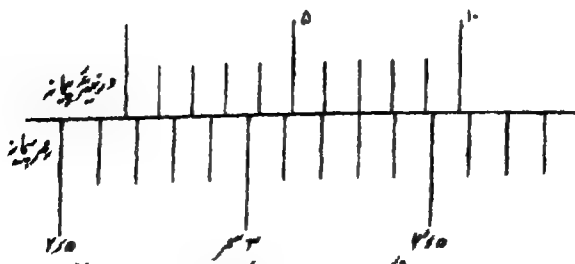
اگر دریئر کا نشان (۴) اصلی پیمانے کے کسی درجے کے ساتھ مل
جائے تو اس سے یہ معلوم ہوگا کہ دریئر کے صفر نے اپنے ٹھیک اگلے
اصلی درجے سے ایک اصلی درجے کا $\frac{1}{10}$ واں حصہ فصل طے
کیا ہے۔

دریئر کا پیمانہ استعمال کرتے وقت سب سے پہلے ”شمارِ اقل“
دریافت کر لینا چاہئے۔ اس کے بعد مندرجہ ذیل قاعدے سے درجوں
کو بڑھنا چاہئے :-

دریئر پیمانے کے صفر سے جو ٹھیک اگلا اصلی درجہ ہے
اُس کو پڑھ لو۔ دریئر کے اس نشان کو بھی پڑھ لو جو کسی ایک
اصلی درجے سے ملا ہوا ہے۔ یہ نشان کچھ عدد بتائیگا اور اصلی درجے
کے $\frac{1}{10}$ حصے کا اتنا ہی گنا اصلی پیمانے کے اُن درجوں میں
جوڑ دو جو پہلے پڑھے جا چکے ہیں۔ جو نتیجہ نکلیگا وہ اصل پیمانے
کے صفر سے دریئر پیمانے کے صفر کا فاصلہ ہوگا۔

ذیل میں دو مثالیں دی گئی ہیں جن میں دریئر کے معائنہ
اور استعمال کرنے کا طریقہ بتایا گیا ہے :-

(۱) دریئر کے پیمانے میں دس درجے ہیں اور اصلی پیمانے
کا ہر درجہ ایک ملی میٹر ہے۔ دریئر کے دس درجے نو ملی میٹر کے برابر ہیں شکل ۱۔



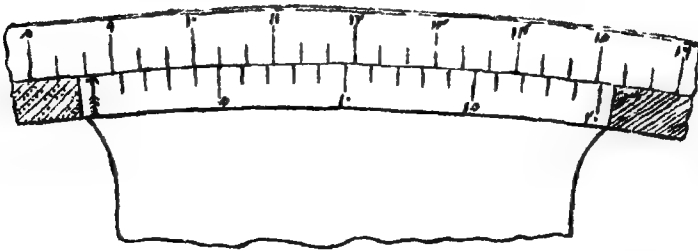
شکل ۱۔ دریئر پیمانہ

میں دیکھو کہ وزیٹر کا صفر اصلی پیمانے کے چھبیسویں اور ستائیسویں نشان کے درمیان واقع ہے۔ اور وزیٹر کا ساتواں نشان ملی میٹر پیمانے کے ایک خاص درجہ کے ساتھ ایک سیدھ میں ہے۔ دریافت طلب یہ ہے کہ وزیٹر کا صفر کس مقام پر ہے۔

وزیٹر کا مستقل اور ملی میٹر ہے کیونکہ وزیٹر کے دس درجے اصلی پیمانے کے نو درجوں کے برابر ہیں اور اصلی پیمانہ کا ہر درجہ ایک ملی میٹر ہے۔

اصلی پیمانے پر وزیٹر کے صفر کے ٹھیک پہلے ۲۶ ملی میٹر کا نشان ہے۔ چونکہ وزیٹر پر اصلی درجوں کے $\frac{1}{10}$ حصے تک بڑھ سکتے ہیں اس لئے مقام دریافت طلب ۲۶ سے ۲۷ اصلی میٹر ہے۔ [دماغ رہے کہ اصلی پیمانے کے اُس نشان سے جو وزیٹر کے ساتویں نشان کی سیدھ میں ہے پیمائش میں کوئی کام نہیں لیا جاتا]۔ (۲) ایک مدور پیمانہ اس طریقہ سے زاویوں میں تقسیم کیا گیا ہے کہ اس کا ہر زاویہ 9° کے برابر ہے اور ہر درجے کے تین مساوی حصے کئے گئے ہیں یا یوں کہئے کہ پیمانے کا ہر بڑا درجہ 9° کے برابر ہے اور ہر چھوٹا درجہ $\frac{1}{3}^\circ$ کے۔

اس پیمانے میں ایک وزیٹر بھی لگا ہوا ہے۔ وزیٹر کے بیس درجے اصلی پیمانے کے اُنیس چھوٹے درجوں کے برابر ہیں اس لئے وزیٹر کا مستقل $= \frac{1}{3} \times \frac{1}{3} = \frac{1}{9}$ (منٹ کے)۔ شکل ۸ کو دیکھو۔ وزیٹر کا صفر بڑے درجوں

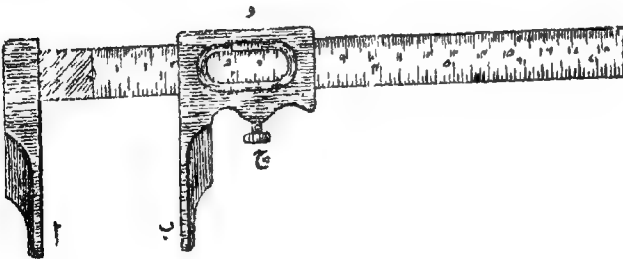


شکل ۸۔ مدور پیمانہ اور وزیٹر

کے نشان ۸ اور ۹ کے درمیان واقع ہے۔ مگر وہ اس بڑے درجے کے آخری حصے میں ہے۔ ورنیز کا چوتھا نشان اصلی پیمانے کے ایک خاص نشان کی سیدھ میں ہے۔ دریافت طلب یہ ہے کہ ورنیز کا اصل پیمانے کے کتنے زاویے بتاتا ہے۔

ورنیز کے صفر سے ٹھیک پہلے کا اصلی نشان ۸ $\frac{1}{2}$ (۸.۵ - منٹ) بتاتا ہے اور چونکہ ورنیز کا چوتھا درجہ اصلی پیمانے کے ایک خاص درجہ کی سیدھ میں ہے اس لئے اصلی پیمانے - اور صفر کے آگے جو کچھ لکھا ہے اس میں ۴ x $\frac{1}{4}$ (۴) کا اور اضافہ کرنا ہوگا یعنی جہاں پر ورنیز کا صفر ہے وہ مقام ۸.۵ - ۴ = ۴.۵ ہے۔ اس طریقے سے ہر قسم کے ورنیز کو ہم استعمال کر سکتے ہیں۔

سرل چاب کا استعمال :- سرل چاب ایک آلہ جس کی مدد سے جسموں کے طولی ابعاد ناپے جاتے ہیں۔ یہ حقیقت ورنیز کسر پیمائش میں اس میں ایک دھات کا پیمانہ ہے جس کے 'ا'، 'ب'، 'دو جڑے پیمانے سے علی القوائم لگے ہوتے ہیں۔ جب 'ا' بنا ہے مگر دوسرا جبڑا پیمانے پر آگے پیچھے ہٹ سکتا ہے۔ پیمانے درجہ بندی ملی میٹروں میں ہے متحرک جڑے میں ایک چھوٹا پیمانہ د ہوا ہے جو ورنیز کا کام دیتا ہے (دیکھو شکل ۷)۔ اس میں ایک بیج چ لگا



شکل ۷ - سرل چاب

ہے جس کی مدد سے جڑے ب کو جس جگہ چاہیں ثابت کر سکتے ہیں
تجربہ سے۔ ایک سلخ کے طول کی پیمائش
سرل چاب کی مدد سے۔

اگر آلودہ درست ہو اور جب متحرک جڑے ثابت جڑے سے
مل جائیں تو وزنیر کا صفر اصلی پیمانے کے صفر کے ساتھ ٹھیک مل جائیگا۔
اگر یہ کیفیت نہ ہو تو آلودہ میں ”صفر کی غلطی“ ہے۔ اور اُس کو پیمائش
کرتے وقت محسوب کر لینا چاہئے۔ اس کے بعد وزنیر کا مستقل (شمار اقل)
دریافت کر لو۔

جسم کو جس کا طول دریافت کرنا ہے دونوں جڑوں کے درمیان
اس طرح سے رکھو کہ جسم کا ایک سر ثابت جڑے سے مل جائے اور
متحرک جڑے کو اس طرح سے ہٹاؤ کہ وہ جسم کے دوسرے سر سے
مل جائے۔ جب زیر پیمائش جسم چھوٹا ہو تو متحرک جڑے کو اتنا ہی
ہٹاؤ کہ جسم صرف اٹکا رہے اور اُس پر زیادہ دباؤ نہ پڑے۔ وزنیر کے
صفر کے ٹھیک پہلے ملی میٹر (اصلی) پیمانے پر جو نشان ہو اُس کو
پڑھ لو۔

یہ نشان وزنیر اور اصلی پیمانے کے صفروں کا درمیانی فاصلہ
بتلائیگا۔ اور چونکہ یہ دونوں صفر جب جڑے بند کر دئے جائیں تو ایک
ہی سیدھ میں آجائینگے اس لئے فاصلہ متذکرہ بالا جڑوں کا ہی درمیانی
فاصلہ ہوگا یعنی یہ فاصلہ اس جسم کا طول ہے۔

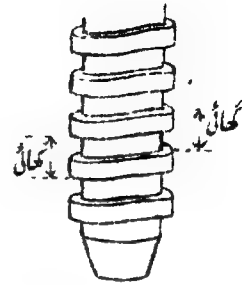
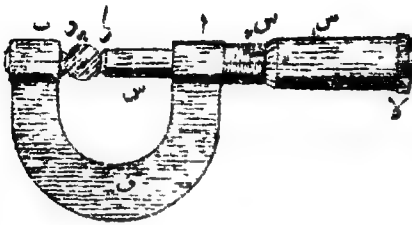
بالعموم وزنیر کا صفر اصلی پیمانے کے کسی خاص نشان کے ٹھیک
مقابل نہیں پڑتا ہے اس لئے ملی میٹر کی کسروں کی بھی قیمت دریافت
کرنی پڑتی ہے۔ یہ کسریں وزنیر کسر پیمائے کی مدد سے حاصل ہوتی ہیں۔
وزنیر کسر پیمائے کو دیکھو کہ وزنیر کا کونسا نشان (اصلی) ملی میٹر کے پیمانے
کے کسی خاص درجے کی سیدھ میں ہے۔ فرض کرو کہ وزنیر کا تیسرا نشان
سیدھ میں ہے اور اگر شمار اقل ۱۰ ملی میٹر کے برابر ہو تو کسر مطلوبہ

۳۔ ملی میٹر کے برابر ہے۔ اگر درزیر کا چوتھا نشان اصلی پیمانے کے کسی خاص نشان کے مقابل ہے تو کسر مطلوبہ ۴۔ ملی میٹر کے برابر ہے۔
 وعلیٰ ہذا۔ متذکرہ بالا عمل کی تشریح صفحہ (۲۶) میں ہو چکی ہے۔ اس طریقہ سے درزیر کے صفر کے پہلے اصلی پیمانے پر کا درجہ پڑھ لیا جائے اور اس میں درزیر کی مدد سے مذکورہ بالا عمل سے کسر پڑھ لی جائے۔ فصل مطلوب دونوں قیمتوں کو جوڑ دینے سے حاصل ہوگا۔
 مذکورہ بالا طریقے سے شیشے یا کسی دھات کی دو منتظم سلاخوں کے طول کو احتیاط سے دریافت کرو اور ان دونوں طولوں کی باہمی نسبت دریافت کرو۔ پھر ان دونوں سلاخوں کو ترازو میں تولو اور ان کے وزن کی باہمی نسبت نکالو۔ اگر سلائیں منتظم ہوں تو وزنوں اور طولوں کی نسبتیں برابر ہونگی۔

پہچان خوردہ پیمائش کا اصول

خوردہ پیمائش ایک دوسری شکل کا آرا ہے جس کی مدد سے چھوٹے جسموں کے ابعاد بہت زیادہ صحت کے ساتھ دریافت کئے جاسکتے ہیں۔ اس میں نہایت احتیاط سے ٹھیک کٹی ہوئی بیچ کی چوڑیاں ہوتی ہیں جو چوڑی دار مجتوف اسطوانہ کے اندر حرکت کرتی ہیں۔

(شکل نمبر دیکھو) اس میں ایک ثابت ڈھانچہ "ف" ہے جس میں ایک مجتوف اسطوانہ "ا" لگا ہوا ہے۔ اس اسطوانہ کی اندرونی سطح میں پہچان خوردہ چوڑیاں ہیں۔ بیچ کے سلسلہ میں ایک سلاخ "ص" ہے۔ یہ بیچ اسطوانہ "ا" کے اندر آگے یا پیچھے حرکت کر سکتا ہے۔ اور بیچ کے سرے "ہ" میں ایک آستین نما اسطوانہ "س" لگا ہے۔ اس آستین کا کنارہ "س" کی خاص حصوں پر منقسم ہے۔



شکل ۱۰۰ - پیمپار خوردہ

شکل ۱۰۱ - پچ کی گھائی

عموماً اس کے پچاس یا سو برابر حصے کئے جاتے ہیں۔ سلاخ سے کارسرا
کے ٹھیک منسلح کیا ہوا ہے اور ثابت پچ کا سراب اسی طرح
منسلح ہے۔ اور یہ ثابت ڈھانچے کے عضو پ میں لگا ہوا ہے۔
یہ پچ ہمیشہ کے لئے اس طریقے سے ٹھیک کر لیا جاتا ہے کہ جب سے
کا کرا اسطوانہ کے پیمانے کے صفر درجہ پر منطبق ہو جاتا ہے
اور پیمانہ سے صفر درجہ اسطوانہ سے کے پیمانے کے دسویں خطہ پر
منطبق ہو جاتا ہے تو دونوں سطحیں پ اوپر آہیں میں مل جاتی
ہیں۔ پیمائش کرنے کے قبل یہ دیکھ لینا چاہئے کہ اسطوانہ کا پیمانہ
مٹی میٹروں میں یا انچ کی کسروں میں منقسم ہے۔ اس کے بعد پچ سے
کی گھائی دریافت کرنی چاہئے جب پچ کے سرے کا کو ایک مکمل
گردش ہوتی ہے تو ک آگے یا پیچھے اسی فاصلے تک ہٹا ہے۔ جب کہ
کو پیچھے کی طرف ایک پوری گردش ہوتی ہے تو پیمانے کا آدھا یا پورا درجنٹل
آتا ہے اور یہی پچ کی گھائی ہے۔ اس کے بعد پیمانے سے کے ایک درجہ
کی قیمت دریافت کرنی چاہئے۔

عموماً پچ سے کسی گھائی ۰.۰۱ ملی میٹر ہوتی ہے اور سے

پچاس مساوی حصوں میں منقسم ہوتا ہے۔

اس لئے اس کا ایک درجہ = $\frac{1}{5} \times 0.5$ ملی میٹر

= 0.1 ملی میٹر

اگر سب سو مساوی حصوں میں منقسم ہو تو اس صورت میں

س کے ایک درجے کی قیمت = $\frac{1}{100} \times 0.5$ ملی میٹر

جن جسم کی پیمائش ہوتی ہے وہ پ اور ک کے درمیان رکھا جاتا ہے۔ اور پیچ کا سراہ جو کھردرا ہوتا ہے گھمایا جاتا ہے جب تک کہ جسم کی ہلکی گرفت دونوں سطحوں پ اور ک کے درمیان نہ ہو جائے۔ پیمانے پر درجے پڑھ لئے جائیں اور س کی مدد سے جو قیمت نکلے اس کو پیمانے کی قیمت میں جوڑ دیا جائے جو حاصل ہوگا وہ جسم کا طول ہوگا۔

تجربہ سلسلہ بیچار خردہ پیماس کی مدد سے کسی تختی

کی موٹائی دریافت کرنا۔ خردہ پیماس کے استعمال سے قبل پیچ کی گھائی

دریافت کر لینی چاہئے پیچ خود اسطوانہ ۱ میں چھپا ہوا ہے لیکن اگر

درجہ وار سراہ ذرا سا باہر نکلے گھمایا جائے تو پیمانہ ۱ جو اسطوانہ پر

بنا ہوا ہے کھل جائیگا جس کی مدد سے گھائی دریافت ہو جائیگی۔

اسطوانہ پر جو پیمانہ ہے اس کے ہر درجے کی قیمت سنٹی میٹر

یا انچ کے پیمانے سے مقابلہ کر کے دریافت کر لو اور یہ بھی دریافت

کر دو کہ پیچ کو کتنے بار گھمانے سے ایک درجہ کا فصل طے ہوتا ہے۔

اس کے بعد کفارہ س کے درجوں کی تعداد دریافت کر لو۔

اس سے س کے ایک درجے کی قیمت معلوم ہو جائیگی۔

مثلاً اگر گھائی ۵۰ ملی میٹر ہو اور س پر سو درجے ہوں

تو ہر درجے کی قیمت ۰.۰۵ ملی میٹر ہوگی اور دو درجوں کی قیمت ۰.۱

ملی میٹر ہوگی۔ اسی طرح اس صورت میں ۰.۰۵ ملی میٹر پیچ وار پیمانے کا مستقل

ہوگا۔

پیدا کردہ پیمانہ میں ایک براپ نکلا ہوا ہے جو اسطوانے کے ساتھ ایک خمیدہ بازو کے ذریعہ ملا ہوا ہے۔ جب پیچ کا سرا ک اس کے ساتھ مس کرے تو اس کا صفر کے صفر کے ساتھ منطبق ہو جانا چاہئے۔ اگر ایسا نہ ہو تو آلے میں صفری غلطی ہے جس کا لحاظ پیمائش میں رکھنا ضروری ہے۔

اس امر کا خیال رکھے کہ پیچ گھماتے وقت سطح پ اور ک کے درمیان دباؤ نہ پڑے۔ اگر دباؤ زیادہ پڑ گیا تو پیچ کی چوڑیوں کو ضرر پہنچنے کا اندیشہ ہے اور آلے کا دھابچہ بھی بڑھکل ہو جائیگا۔ بعض آلوں میں ایک ”آزاد چرخ“ کا انتظام رہتا ہے جس کے ذریعے سے جب دباؤ کسی خاص حد سے بڑھ جاتا ہے تو صرف پیچ کا سرا کا ہی گھومتا ہے۔ اس انتظام سے پ اور ک کے درمیان ضرورت سے زیادہ کبھی دباؤ نہیں پڑ سکتا اور دباؤ کے اختلاف سے درجہ پڑنے میں کسی قسم کی غلطی کا احتمال نہیں رہتا۔

اگر کسی جسم کے طویل ابعاد دریافت کرنے ہوں تو جسم کو سطح پ اور ک کے درمیان رکھو اور پیچ کے سرے کا کو اتنا گھماؤ کہ جسم بالکلے طور سے ایک جائے۔ اگر آلے کو استعمال کرنے میں بجائے کا کے ہموار سطح سے گھمائی جائے تو مناسب ہوگا۔ اس کو گھماتے جاؤ جب تک کہ انگلیاں پھسلنے نہ لگیں مگر اس بات کا لحاظ رکھو کہ گرفت ہلکی ہو۔

جب یہ صورت قائم ہو جائے تو یہ پیمائش درجے پڑے ہو۔ اور اگر ضرورت ہو تو صفری غلطی بھی محسوب کر لو۔ مشاہدے کوئی بار کرنے چاہئیں اور سب مشاہدوں کی اوسط قیمت نکال لو اور یہی اوسط قیمت جسم کا طویل بُعد ہوگا۔

اس طریقے سے کسی دھات کی تختی کی موٹائی دریافت کرو۔ تختی

کے مختلف نقطوں پر مشاہدے ہونے چاہئیں۔ اوسط موٹائی سب
مشاہدوں کی اوسط قیمت ہوگی۔

اسی طریقے سے اُسی وحیات کی ایک دوسری تختی کی بھی موٹائی
دریافت کرو مگر دوسری تختی کا رقبہ پہلی تختی کے برابر ہونا چاہئے۔ ران
و نوں موٹائیوں کی نسبت دریافت کرو۔ پھر دونوں تختیوں کے وزن
بھی الگ الگ دریافت کرو۔ اور ران و زنون کی نسبت نکالو۔ اگر
نقبتیں ہموار ہوں اور اُن کی کثافت بھی مساوی ہو تو موٹائیوں کی
نسبت و زنون کی نسبت کے برابر ہوگی۔

مُخرُومِ پیمانہ خردبین

فنِ مناظر کی مدد سے طول کی صحیح پیمائشوں کے بہت سے
طریقے ہیں۔ ران میں سے ایک خرد بین کا طریقہ ہے جس کے ”چشمہ“
میں ایک مُخرُومِ پیمانہ لگا رہتا ہے۔ ایک نہایت باریک شفاف پیمانہ ”چشمے“
کے ماسک پر لگا دیا جاتا ہے۔ بعض آکوں میں اس پیمانے پر کڑی کے
جائے کا ایک تار مُخرُومِ پیمانہ بیچ کی مدد سے اس طرح متحرک کیا جاسکتا
ہے کہ وہ تار درجے کی کسروں کو بتلا سکے۔ خرد بین اس واسطے
استعمال کی جاتی ہے کہ وہ جسم کا ایک قُطر (بڑا) خیال پیدا کرتی ہے
اور اس کی مدد سے پیمائش میں آسانی ہو جاتی ہے۔ (دیکھو دائرہ روشنی صفحہ ۱۳ مطبعہ دارالترجمہ)
چشمے کے ماسک پر اصلی خیال پیدا ہوتا ہے اور اُسی جگہ پر وہ باریک
و شفاف پیمانہ بھی رکھا ہوا ہے۔ اس طریقے سے چشمے کے ذریعے جسم کا
خیال اور پیمانہ ایک ہی حالت میں دیکھا جاتا ہے۔ ایک معلوم
طول کا جسم خردبین کے ذریعے سے دیکھا جاتا ہے اور اُس میں جو
تکبیر پیدا ہوتی ہے وہ مذکورہ بالا شفاف پیمانے کے ذریعے سے
دریافت ہو جاتی ہے۔ ران دو مشاہدوں سے چھوٹے جسم کا طول دریافت

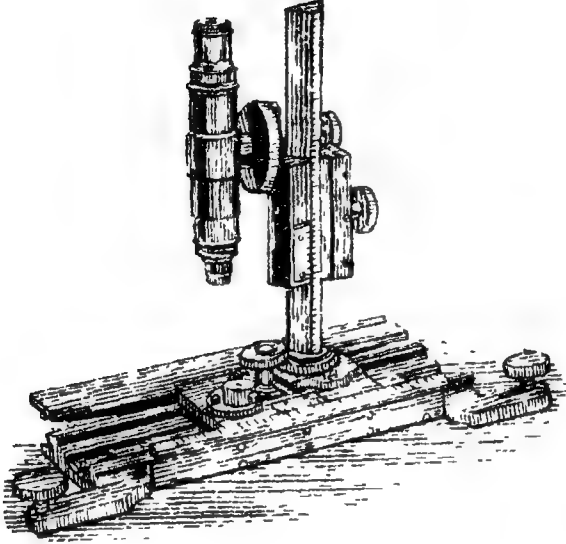
ہو سکتا ہے۔ مگر اس امر کا لحاظ رہے کہ دونوں مشاہدوں میں خردبین کی ہیئت ایک ہی رہے۔

مثلاً جسم زیر پیمائش کا خیال ۴، ۵ خردہ پیمائش کے درجوں کے برابر ہے اور اگر خردبین کے ذریعے دیکھنے سے ایک ملی میٹر، خردہ پیمائش کے ۳، ۴ درجوں کے برابر معلوم ہو تو ظاہر ہے کہ جسم کا طول اربعہ متناسبہ کے قاعدے سے ۱، ۳۰ ملی میٹر کے مساوی ہے۔ خردبین کے خردہ پیمائش کے اصل معرّف یہ ہے کہ چھوٹے چھوٹے جسموں کے طولوں کا ٹھیک طریقے سے مقابلہ کر دے نہ کہ اُن کی قیمت ملی میٹر یا سنتی میٹر میں دریافت کرے۔ خاص خاص تجربوں میں برق نما کے طلائی ادراق میں جو خفیف حرکت ہوتی ہے اُس کو مشاہدہ کرنے اور پیمائش کرنے میں اکثر یہ آلہ استعمال کیا جاتا ہے۔

متحرک خردبین

متحرک خردبین یا وزیئر خردبین ایسی مرکب خردبین پر مشتمل ہے جو اپنے محور سے علی القوایم سمت میں کسی چپ یا دندان دار پیچے کے ذریعے سے متحرک ہو سکے۔ جتنے فاصلے تک خردبین حرکت کرتی ہے اس کی پیمائش ثابت پیمانے پر کسر پیمائش کی مدد سے ہوتی ہے جو خردبین میں لگا ہوا ہے۔ شکل ۱ میں جو آلہ دکھلایا گیا ہے اس میں خردبین دونوں افقی اور عمودی سمتوں میں حرکت کر سکتی ہے۔ اس میں زاویہ حرکت بھی دی جاسکتی ہے۔ اس انتظام سے یہ آلہ تین طریقوں سے استعمال کیا جاسکتا ہے یعنی جب خردبین کا محور انتصابی سمت میں ہو (۲) یا افقی سمت میں (۳) یا افق سے کوئی زاویہ بنانا ہوا ہو۔ چپے میں متقاطع تار ہونے چاہئیں۔ اور کسی جسم کو

دیکھتے وقت خردبین کو اس طرح آراستہ کرنا چاہیے کہ تاروں کا



شکل ۱۔ متحرک خردبین

نقطہ تقاطع جسم کے ٹھیک اُسی نقطے پر منطبق ہو جائے جس کا مشاہدہ اُس وقت مفسود ہو۔

دو نقطوں کا درمیانی فاصلہ ناپنے میں پہلا نقطہ خردبین کے نقطہ تقاطع پر لایا جاتا ہے اور اسی طرح سے دوسرا نقطہ بھی۔ ایسا کرنے میں خردبین کو جس قدر ہٹانے کی ضرورت ہوتی ہے وہ فاصلہ ان دونوں نقطوں کا درمیانی فاصلہ ہوگا۔ بشرطیکہ دونوں نقطوں کا درمیانی خط خردبین کی حرکت کی سمت کے متوازی ہو۔ اس طریقہ کی مثالیں تجربات (مثلاً ۷۵) میں یلنگی۔

دو طولوں کا مقابلہ کرنے کے لئے مندرجہ ذیل طریقہ اختیار کیا جا سکتا ہے :-

تجربہ سے۔ گز اور میٹر کا مقابلہ۔

دو درخیز خردبینوں کو اس طرح قائم کرو کہ دونوں کا درمیانی خطا ہر ایک خردبین کی سمت حرکت کے متوازی ہو۔ دونوں پیمانوں (گز اور میٹر) کو اس طرح آراستہ کرو کہ دونوں کے درجہ دار سطح میز کی سطح سے ایک ہی بلندی پر واقع ہوں۔ اس بلندی کو اس طرح ٹھیک کرنا چاہئے کہ درجہ خردبینوں میں صاف نظر آئیں۔ دونوں خردبینوں کو اس طرح رکھو کہ گز کے ایک سرے کا کوئی درجہ ایک خردبین میں اور دوسرے سرے کا کوئی درجہ وضاحت کے ساتھ دوسری خردبین میں نظر آئے۔ اس بات کا لحاظ رہے کہ ہر حالت میں خردبین کے متقاطع تاروں کا مرکز درجہ کے نشان کے وسطی نقطے سے منطبق ہو جائے۔ دونوں خردبینوں کا درمیانی فاصلہ انچوں میں محسوب کرو۔ اس کے بعد گز کا پیمانہ ہٹا دو اور اس کی جگہ میٹر رکھ دو۔ اگر خردبینیں ٹھیک طرح سے آراستہ کی گئی ہوں تو میٹر کے دونوں سروں کے درجے بھی وضاحت کے ساتھ نظر آئیں گے۔ اس پیمانے کو اس طرح سے حرکت دو کہ ایک سرے کا کوئی درجہ کسی دوسرے کے متقاطع تاروں کے مرکز سے ٹھیک منطبق ہو جائے۔ ایسا کرنے سے عموماً متقاطع تاروں کا مرکز دوسرے سرے پر کسی دو درجوں کے درمیان واقع ہو گا۔ اس سرے والی خردبین کو دوسری خردبین کی طرف (جو دوسرے سرے پر ہے) آہستہ آہستہ ہٹاؤ یہاں تک کہ متقاطع تاروں کا مرکز پیمانے کے کسی ایک درجے کے ساتھ منطبق ہو جائے۔ آئے کے کسر پیمائے کی مدد سے معلوم ہو جائیگا کہ خردبین کس قدر ہٹائی گئی ہے۔ میٹر پیمانے کے ان دونوں درجوں کا درمیانی فاصلہ بھی دریافت کر لو۔ اس صورت میں انچوں کی تعداد جو پہلے مشاہدے میں دریافت ہوئی ہے = ملی میٹروں کی تعداد + خردبین کے پیمانے پر کا فضل (جو پڑھا گیا تھا)۔ اس نتیجے سے ایک انچ یا ایک گز کا طول سنتی میٹروں کے رقوم میں دریافت ہو سکتا ہے۔

۳۔ وقت کی پیمائش

ابتدائی طبیعیات میں جتنی پیمائشوں کی ضرورت ہوتی ہے اُن میں سے وقت کی پیمائش نہایت مشکل ہے۔ وقت کی علمی اکائی اوسط شمسی ثانیہ ہے جس کا بیان پہلے ہو چکا ہے اور یہ اکائی زمین کی محوری گردش کے وقتِ دوران پر مبنی ہے جو فلکی مشاہدوں کی مدد سے دریافت کیا جاتا ہے۔ اس وقت کے اضعاف و تحت اضعاف حاصل کرنے کے لئے ایک آلہ استعمال کیا جاتا ہے جس کو گھڑی کہتے ہیں۔ گھڑی اس اصول پر بنائی جاتی ہے کہ اس میں کوئی جسم مثلاً رقص یا بال کمانی کا پکڑ اس طرح ارتعاش کرتا ہے کہ اس کے اوقات دوران مساوی ہوتے ہیں اور اسی طریقہ سے وقت کے مساوی وقفے دریافت ہوتے ہیں۔ اس آلے کا اصل حصہ یہی مرتعش جسم ہے۔ بقیہ جتنے پُرزے ہوتے ہیں اُن کی مدد سے ارتعاشوں کی تعداد دریافت ہوتی ہے۔

کوئی ایسا آلہ ہنوز نہیں بنایا گیا جس کی مدد سے وقت کی ٹھیک ٹھیک و قابل اعتماد پیمائش ہو سکے مگر فلکی طریقوں سے کلاک کی شرح رفتار دریافت کی جاسکتی ہیں۔ وقت کے کسی وقفے کی پیمائش کے لئے پہلے گھڑی کی مدد لی جاتی ہے اور گھڑی کی مدد سے جو وقفہ حاصل ہوتا ہے اُس کو کلاک کی شرح رفتار کی بناء پر جو ضربی جزو حاصل ہوتا ہے اس سے صحیح کر لیا جاتا ہے۔ عموماً سوائے ان تجربوں کے جن میں انتہائی صحت کی ضرورت پڑتی ہے کسی عمدہ گھڑی کا وقت اوسط شمسی وقت کے مطابق تصور کیا جاسکتا ہے۔

اگر گھڑی ٹھیک وقت بتاتی ہو تو بھی مشاہدوں میں ایسی ناگزیر

غلطیاں ہو سکتی ہیں جن کا انحصار محض پُرزوں کی ساخت پر ہے۔ عموماً
ثانیہ کی سوئی ہموارانہ حرکت نہیں کرتی ہے بلکہ خفیف جھٹکوں کے ساتھ
بال کمائی یا رقص اپنے مقام سکون سے گزرتا ہے تو سوئی پر ایک
خفیف سا دھکا پڑتا ہے۔ اس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ جب کبھی چلرکنی گھڑی
چلائی جاتی ہے تو اس میں وقت دوران کے نصف وقفے کی غلطی کا
احتمال رہتا ہے اور ٹھیک اتنی ہی غلطی گھڑی کے روکنے کے وقت
بھی ہو سکتی ہے۔

فرض کرو کہ ایک گھڑی ہر $\frac{1}{2}$ ثانیہ پر آواز دیتی ہے۔ اگر ٹھیک
اُسی وقت میں گھڑی چلائی جائے جب کہ گھڑی کا رقص مقام سکون پر
پہنچ رہا ہو تو ثانیہ کی سوئی $\frac{1}{2}$ ثانیہ یک بیک آگے بڑھ جائیگی۔ اور
اسی طرح سے جوں ہی گھڑی آواز دینے کو ہو اس وقت روک دی جائے
تو گھڑی کی ثانیہ کی سوئی آخری وقفہ یعنی $\frac{1}{2}$ ثانیہ کو نہیں بتلائیگی لیکن اگر گھڑی
کے بند کرنے میں کچھ خفیف سا تاثر ہو تو یہ وقفہ ظاہر ہو جائیگا۔

اس سے عیاں ہے کہ کلاک کی شرح صحیح ہونے پر بھی چلرکنی
گھڑیوں کی مدد سے $\frac{1}{2}$ ثانیوں سے کم وقفوں کی دریافت قابل اعتبار
نہیں ہو سکتی۔

کسی خاص درجے کی صحت حاصل کرنے کے لئے گھڑی کی دو
ٹکوں کے درمیانی وقفے کے دریافت کے عمل کو ایک خاص عرصے تک جاری
رکھنا چاہئے۔ مثلاً اگر ہزار میں ایک کی صحت مقصود ہو تو وقت کا مشاہدہ
تین منٹ سے زیادہ عرصے تک ہونا چاہئے۔ بشرطیکہ گھڑی ہر ثانیہ کے
پانچویں حصے پر ٹک کی آواز دیتی ہو۔

عینی اور اذنی تحمینہ

اگر چلکنی گھڑی کی بجائے کوئی معمولی گھڑی استعمال کی جائے تو غلطی کا احتمال اور زیادہ ہو جاتا ہے کیونکہ اس صورت میں متحرک ثانیہ کی سوئی کا مقام ٹھیک دریافت کرنا مشکل ہے۔ اگر عینی اور آذنی مشاہدے ایک ساتھ کئے جائیں تو ایک حد تک یہ مشکل رفع ہو سکتی ہے۔ چونکہ یہ طریقہ چند خاص عملی کاموں میں اکثر استعمال کیا جاتا ہے۔ اس لئے اس کی تشریح ذیل میں درج کی جاتی ہے۔

فرض کرو کہ ایک رقاص کی حرکت کا مشاہدہ ہو رہا ہے۔ مشاہدہ وقت کا تجربہ ٹیکوں کی تعداد گن کر اس وقت شروع کرتا ہے جب کہ ثانیہ کی سوئی ٹھیک دوسرے منٹ کو بتلانا شروع کرتی ہے یا کسی اور مناسب نقطہ پر سے گزرتی ہے۔ اس کے بعد مشاہدہ ٹیکوں کی گنتی کان کی مدد سے کرتا ہے اور آنکھ سے رقاص کو دیکھتا ہے۔ اگر ستر ٹیکوں اور اٹھارویں ٹیک کے درمیان رقاص اپنے ارتعاش کے عین وسط سے گزرے تو اس گزرنے کے ٹھیک لحظہ کا حساب لگانا آسان ہے۔ اور اس طریقے سے خاص ارتعاش کی ابتدا کا وقت گھڑی کی قریب ترین ٹیک کی آواز سے دریافت ہو جاتا ہے۔ جب کہ رقاص کا آخری ارتعاش ختم ہو جاتا ہے یعنی جب کہ رقاص آخری حیطہ امتیاز کے وسط میں حرکت کر رہا ہے تو مشاہدہ گھڑی کی ”ٹیکوں“ کی آواز کو پھر گنتا شروع کر دیتا ہے اور یہی عمل جاری رہتا ہے جب تک کہ وہ گھڑی کے ڈائل کو پھر نہ دیکھ لے اور یعنی ٹیکوں نہ گئی ہیں ان کے مطابق وقت نہ لکھ لے۔ اس کی تشریح مندرجہ ذیل مثال سے ہو جائیگی۔

گنتے کا عمل ۲ گھنٹے ۳۰ منٹ۔ ثانیہ پر شروع کیا گیا۔

اس کے بعد ستر ٹیکوں تک پر رقاص وسطی مقام سے گزرا۔

گنتے کا عمل پھر شروع کیا گیا جب کہ سو پورے ارتعاش ہو گئے۔

اکیسویں ٹیک پر گھڑی دو گھنٹے ۳۲ منٹ ۲۰ ثانیہ وقت بتلاتی ہے

گھڑی کی ہر ٹیک = $\frac{1}{6}$ ثانیہ

پہلا ارتعاش ۲ گھنٹے ۳۱ منٹ ۴۰ ثانیہ پر شروع ہوا اور سوا

ارتعاش ۲ گھنٹے ۳۲ منٹ ۸ و ۱۳ ثانیہ پر ختم ہوا۔

اس لئے سو مکمل ارتعاش کرنے میں ارتعاش کو ایک منٹ ۳ و ۱۰ ثانیے لگے یعنی وقتِ دوران = ۳ و ۱۰ ثانیہ۔

ہر مشاہدے میں ۱۰ و ۲ ثانیہ کی غلطی کا احتمال ہے۔

∴ صحیح وقتِ دوران = $(۳ و ۱۰ ± ۰ و ۰۰)$ ثانیہ۔

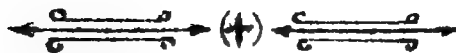
یہاں فور کرنا چاہئے کہ باوجودیکہ بہت زیادہ ارتعاشوں کی تعداد لینے کی احتیاط برتی گئی ہے اس پر بھی $\frac{1}{4}$ فی صدی سے زیادہ کی غلطی کا احتمال ہے۔ اکثر حالتوں میں وقت کا مریج لیا جاتا ہے اس لئے یہ غلطی عموماً دوگنی ہو جاتی ہے۔ اس گھڑی میں جس کی ٹیک آہستہ آہستہ ہوتی ہے غلطی زیادہ ہوتی ہے۔ ایک تجربہ کار مشاہد کسی گھڑی یا وقت پیمائش کے استعمال سے جس میں $\frac{1}{4}$ ثانیوں پر ٹیک کی آواز ہوتی ہو ثانیہ کے دسویں حصے کا اندازہ لگا سکتا ہے۔

یہ امر بھی قابلِ لحاظ ہے کہ فی صد غلطی کا انحصار پُورے

مشاہدے کے وقت پر ہے نہ کہ ارتعاشوں کی تعداد پر۔ یعنی چند سست ارتعاشیں لینے سے اتنی ہی صحت حاصل ہو سکتی ہے جتنی تیز ارتعاشوں کی زیادہ تعداد لینے سے۔ بشرطیکہ دونوں مشاہدوں کے وقفے قریب قریب برابر ہوں۔

نوٹ۔ ایک ارتعاش کی کسروں کو صحیح طور سے دریافت

کرنا قطعی ناممکن ہے اس لئے طالب علموں کو چاہئے کہ وہ چند مکمل ارتعاشوں کا وقت دریافت کر لیں نہ کہ ایک خاص وقت میں ارتعاشوں کی تعداد۔



فصل سوم

کمیتوں کی پیمائش مشتق اکائیوں میں

سب سے سادہ کمیتیں جن کی پیمائش مشتق اکائیوں میں ہوتی ہے رقبہ، حجم اور کثافت ہیں۔

۱۔ رقبہ کی پیمائش

(۱) اُن رقبوں کی پیمائش جو خطوطِ مستقیم سے گھیرے ہوئے ہوں

علمی کاموں میں رقبہ کی اکائی ایک مربع سنتی میٹر ہے یعنی ایک ایسے مربع کا رقبہ جس کے ہر ضلع کا طول ایک سنتی میٹر ہے۔
ان رقبوں کی پیمائش میں جو خطوطِ مستقیم سے گھیرے ہوئے علمِ مساحت کے معمولی قاعدوں سے کام لیا جاتا ہے۔ طولوں کی پیمائش ایک پیمانے سے کی جاتی ہے۔ اس قسم کی کسی شکل کو مثلثوں میں منقسم کر دینا ممکن ہے۔ ہر مثلث کا رقبہ $\frac{1}{2} \times \text{اُک} \times \text{دریافت کر لیا جائے۔}$
ان تمام رقبوں کا حاصل جمع پوری شکل کے رقبہ کے مساوی ہوگا۔

مثلث کا رقبہ مندرجہ ذیل ضابطے سے دریافت کیا جاسکتا ہے۔

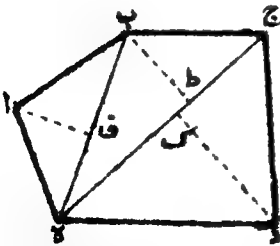
کسی مثلث کا رقبہ $= \frac{1}{2} \times \text{قاعدہ} \times \text{ارتفاع}$
 اگر دھات کے کسی آس پترے کا رقبہ جس کے کنارے مستقیم ہوں دریافت کرنا ہو تو سہل چاب کو استعمال کرنا چاہئے۔ کیونکہ معمولی پیمانے سے پیمائش کرنے میں زیادہ صحت حاصل نہیں ہو سکتی ہے۔ جہاں تک ممکن ہو رقبہ کو مستطیلی شکل میں تقسیم کرنا زیادہ مناسب ہوگا۔
 نتیجہً بسا اے۔ — اشکال مستقیم الاضلاع کے رقبوں کی پیمائش۔

(۱) مثلث کا رقبہ دریافت کرنا۔

مثلث کے تینوں ضلعوں کو باری باری قاعدہ مان کر ذیل کی مساوات سے رقبہ دریافت کرو۔ رقبہ $= \frac{1}{2} \times \text{قاعدہ} \times \text{ارتفاع}$
 اس طریقہ سے رقبے کی تین قیمتیں معلوم ہو جائیں گی۔ تینوں کا اوسط مثلث کا رقبہ ہے۔

نوٹ۔ اگر تجربہ میں امتیاط برتی جائے تو یہ تینوں نتیجے قریب قریب ایک ہی ہوں گے۔

(۲) اشکال ذواربہ الاضلاع اور مخمس وغیرہ بھی مثلثوں میں منقسم ہو سکتے ہیں (شکل ۱)۔



شکل ۱۔ مخمس مثلثوں میں منقسم

ان میں سے ہر ایک کا رقبہ اس کے کل مثلثوں کے رقبوں کے حاصل جمع کے مساوی ہوگا۔

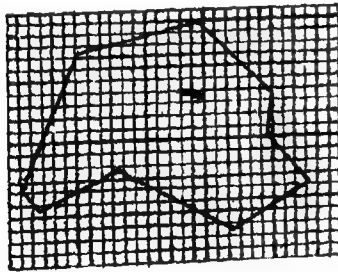
(ب) ان رقبوں کی پیمائش جو منحنی خطوط سے گھیرے ہوئے ہوں۔

منحنی گھیرے کی چند خاص

شکلوں میں ان کے رقبے اور طولی ابعاد کی باہمی نسبت معلوم ہے۔

مثلاً ایک دائرہ کا رقبہ جس کا نصف قطر r ہے = πr^2 اور قطع ناقص کا رقبہ جس کا نیم محور اعظم a اور نیم محور اصغر b ہے = πab ۔
(۱) غیر منظم اشکال کے رقبوں کی بھی قیمت مثلثوں اور مستطیلوں میں تقسیم کرنے سے معلوم ہو سکتی ہے۔ مگر اس صورت میں صرف تقریبی قیمت حاصل ہوگی۔ ایسے رقبوں کی پیمائش ایک مدہ تک صحت کے ساتھ ہو سکتی ہے بشرطیکہ ٹکڑے زیادہ لئے جائیں۔ لیکن ٹکڑے اگر ایک حد سے زیادہ چھوٹے لئے جائیں گے تو ہر ایک ٹکڑے کے رقبے کی پیمائش میں کچھ نہ کچھ غلطی ضرور ہوگی۔ اور اس طرح سے جب بہت سے ٹکڑے جوڑے جائیں گے تو اس غلطی میں بھی ٹکڑوں کی تعداد کی مناسبت سے اضافہ ہوگا اس لئے بہت چھوٹے چھوٹے ٹکڑے کرنے سے بھی زیادہ صحت نہیں حاصل ہوگی۔
سرمدے (مساحت) میں پیمائشوں کی بناء اسی اصول پر ہے۔

(۲) اگر شکل مربع دار کاغذ پر کھینچی گئی ہے تو چھوٹے مربعوں کی تعداد گننے سے رقبہ دریافت ہو سکتا ہے (شکل ۷)۔



شکل ۷۔ رقبہ کی پیمائش

صاف ظاہر ہے کہ صحت اتنی ہی زیادہ حاصل ہوگی جتنی باریکی کے ساتھ خط کشی کی گئی ہو۔ جتنے ہی چھوٹے یہ مربع ہونگے اتنی ہی صحت کے ساتھ شکل کا رقبہ دریافت ہوگا۔

یہ طریقہ حقیقت میں

(طریقہ ۷) کی خاص صورت ہے۔ یہاں پر ایک چھوٹا مربع اکائی قرار دیا گیا ہے اور ان ہی مربعوں سے شکل بنی ہے۔

(۳) اگر ترازو کی مدد لی جائے تو رقبہ بہت صحت کے ساتھ
فت ہو سکتے ہیں۔ مقوے کے ایک ٹکڑے پر یا دھات کے پتلے پترے
پر بنائی جاتی ہے۔ اس مقوے یا پترے کی دبازت ہر جگہ یکساں ہونی
چاہئے۔ یہ شکل پھر کاٹ لی جاتی ہے اور اس ٹکڑے کا وزن دریافت
کیا جاتا ہے۔ اسی پترے سے مستطیل یا مثلثی (جو آسان ہو) شکل کا رقبہ
کاٹ کر اس کا بھی وزن دریافت کیا جاتا ہے۔ اس موخر الذکر ٹکڑے کا
اس کے طویل ابعاد سے معلوم ہو سکتا ہے۔ اس کے بعد اربعہ متناسبہ
قاعدے سے رقبہ مجہول کی قیمت دریافت کر لی جاتی ہے۔ اس
کو فرض کرنا چاہئے کہ پہلے رقبہ کو دوسرے سے جو نسبت ہے وہی
اس شکل کے وزن کو دوسری شکل کے وزن سے ہے۔

تجربہ نمٹ — دائرے کے رقبہ کی پیمائش —

۵ سے ۱۰ سمر تک کے نصف قطر کا ایک دائرہ کھینچو اور تینوں طریقوں
سے اس کا رقبہ دریافت کرو اور ہر صورت میں ۳ کی قیمت
لکھو۔

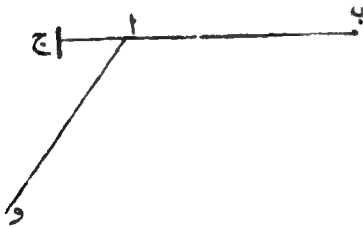
(۴) سمپسن (Simpson) کے قاعدوں کی مدد سے
دریافت کیا جاسکتا ہے۔ ان قاعدوں کی مدد سے ایسے رقبوں
کی قیمت تقریباً دریافت ہوتی ہے جو کسی منظم خط منحنی اور دو ایسے معینوں
پر گھسے ہوئے ہوں جو اس منحنی کے سروں سے کسی قاعدے پر
دراکھینچے گئے ہوں۔

قاعدے کو چند مساوی حصوں میں تقسیم کرو اور ان
نموں کے سروں سے معین کھینچو۔ اس طریقے سے رقبہ پٹیوں میں
نہم ہو جائیگا۔

پہلا قاعدہ شروع اور اخیر کے معینوں کے نصف طول
اور باقی کل معینوں کے طول کے حاصل جمع میں جوڑ دو۔

ایک پیانہ 'د' لگا ہوا ہے۔ یہ پیانہ سو مساوی حصّوں میں تقسیم کیا گیا ہے اور آٹے کے ڈھانچے پر ایک کسر پیمال اس طرح سے لگا ہے کہ اُس کی مدد سے چرخ کا مقام $\frac{1}{1000}$ میں گردش تک دریافت ہو سکتا ہے۔ اس چرخ کی گردشوں کی تعداد ایک جیموٹے گردش شمارندہ پر معلوم ہوتی ہے اور یہ شمارندہ چرخ میں ورم گیرنگ (Wormgearing) کی مدد سے لگا ہوا ہے۔

اگر ثابت مرکز 'د' چرخ ج کے کنارے اور نشان کنندہ 'ب' کے سہارے سطح پر رکھا جاتا ہے (دیکھو اشکال ۱۳ و ۱۲)۔ جب نقطہ 'ب' کو حرکت دی جاتی ہے تو بازو 'ا ب' بھی حرکت کرتا ہے۔ اگر 'ا ب' اپنی ہی سیدھ میں متحرک ہو تو چرخ محض آگے یا پیچھے ہٹ جائیگا۔ اور اس میں کسی قسم کی گردش نہیں پیدا ہوگی۔ بخلاف



اس کے اگر 'ا ب' اپنے طول سے علی القوائم متحرک ہو تو چرخ اتنا ہی گھومے گا جتنا کہ نقطہ 'ب' بازو 'ا ب' کے علی القوائم سمت میں فاصلہ طے کریگا۔

شکل ۱۳۔ سطح پیم کی سطح

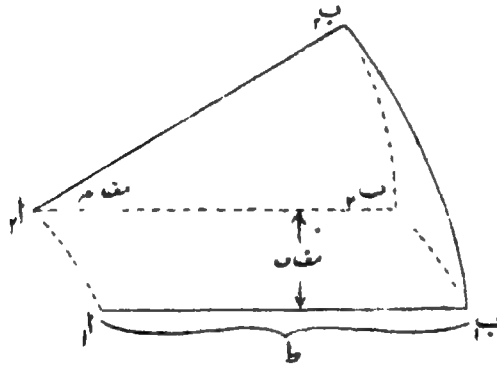
خواہ 'ا ب' کسی سمت میں ہی حرکت کرے اس کے طول کے علی القوائم سمت میں جو حرکت ہوگی اُس کی مقدار چرخ کی گردش سے معلوم ہو جائیگی۔ یعنی جتنا کہ کل فاصلہ 'ا ب' نے اپنے طول کے علی القوائم طے کیا ہے اُس کی مقدار چرخ کے طے شدہ فاصلے کے مساوی ہے۔

اس فصل سے اُس شکل کے رقبے کی دریافت ممکن ہے جس کے گھیرے پر نقطہ 'ب' پھیرا جائے۔

اس آٹے کے استعمال میں دو صورتیں پیدا ہوتی ہیں ایک

تو یہ کہ ثابت نقطہ و شکل کے باہر ہو اور دوسری یہ ہے کہ وہی نقطہ شکل کے اندر رہے۔

صورت اول۔ جب کہ ثابت مرکز قبیۂ زیر پیمائش کے باہر ہو۔
فرض کرو کہ بازو AB مقام A سے مقام B تک ہٹایا گیا ہے (شکل ۱۴)۔ نقطہ A و مرکز کے دائرے پر A سے ایک جائیگا اور نقطہ B راستہ B اختیار کریگا۔ اس کو ہم یوں ہی تصور



شکل ۱۴۔ ابتدائی رقبہ جو سطح پیا سے بننا ہے

کر سکتے ہیں کہ AB اپنی متوازی سمت میں حرکت کرنے کے بعد AB مقام پر پہنچا۔ اور پھر وہاں سے نقطہ A کے گرد گھوم کر مقام A پر پہنچ گیا ہے۔

فرض کرو کہ AB اور AC کا درمیانی عمودی فاصل ایک چھوٹی مقدار "مف" ہے اور AB اور AC کا درمیانی زاویہ ایک چھوٹا زاویہ مف ہے تو بازو AB کی حرکت سے جو سطح بنی ہے اس کا رقبہ = $\text{ط مف} + \frac{1}{2} \text{ط مف}^2$ جہاں $\text{ط} = \text{بازو } AB \text{ کا طول}$ ۔

اصلی سطح AB کا AB مذکورہ بالا سطح سے بہ مقدار خفیف

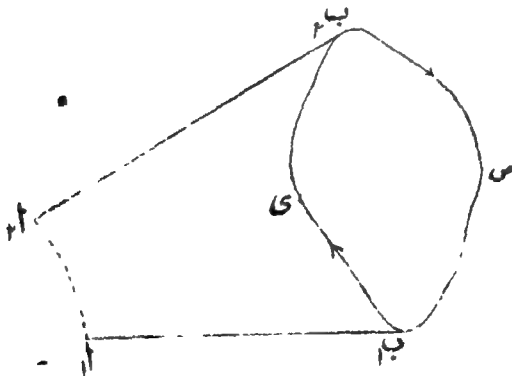
رقبہ Δ Δ Δ کم ہے اور یہ خفیف مقدار Δ Δ Δ نظر انداز کر دی جائیگی اگر Δ Δ Δ اور Δ Δ Δ بہت چھوٹے ہوں۔ اس لئے ہم لکھ سکتے ہیں کہ :-

Δ Δ Δ کی حرکت سے بنی ہوئی سطح = Δ Δ Δ + Δ Δ Δ = Δ Δ Δ اس لئے Δ Δ Δ کی کسی حرکت کی وجہ سے جو مجموعی سطح بنتی ہے اُس کا رقبہ = Δ Δ Δ + Δ Δ Δ = Δ Δ Δ ۔

نشان Δ Δ Δ ایک ہی قسم کی چھوٹی چھوٹی مقداروں کا مجموعہ بتاتا ہے۔ اور آئندہ یہاں جہاں مجموعہ کی ضرورت ہوگی یہ نشان اکثر استعمال لیا جائیگا۔

فرض کرو کہ نقطہ Δ Δ Δ ایک ایسی سطح کے گھیرے کے چاروں طرف گھوم گیا ہے جس کے باہر ثابت مرکز Δ Δ Δ ہے۔

فرض کرو کہ بازو کا ابتدائی اور انتہائی مقام بالترتیب Δ Δ Δ اور Δ Δ Δ ہیں (شکل ۱۵)۔ نقطہ Δ Δ Δ کی حرکت ایسی ہوتی ہے کہ اگر کوئی مشاہدہ نقطہ Δ Δ Δ کے ساتھ حرکت کرے تو سطح زیر بحث ہمیشہ اُس کے دائیں



شکل ۱۵۔ انتہائی رقبہ جو سطح پیا سے رقبہ ہوتا ہے

طرف رہتی ہے۔

بای بای راستہ طے کرنے میں بازو اب سے سطح
 اب بای بای بنتی ہے۔ دایسی حرکت میں یعنی ص سے ہو کر سطح
 اب بای ص بای بنتی ہے۔
 دئے ہوئے گھیرے کے گرد نقطہ 'ب' کے پھیرنے سے
 اب جو رقبہ بناتا ہے وہ اس گھیرے کے اندر کے رقبے کے
 مساوی ہے۔

پس رقبہ بای بای ص = (مف ف + ۱/۲ ط مف) یعنی
 رقبہ دریافت طلب = (مف ف + ۱/۲ ط مف) ع
 جب بازو اب اپنی پہلی جگہ پر واپس آ جاتا ہے تو ب اس رقبہ
 کے گرد ایک پورا چکر کرتا ہے اس لئے مف ع =

بنادیں رقبہ بای بای ص = (مف ف + ۱/۲ ط مف) ع
 جہاں ف = اس فاصلے کے جہاں تک چرخ گھوما ہے۔
 اگر ایسے رقبے دریافت کرنے ہوں جن کے اندر ثابت مرکز و نہیں
 ہے تو نشان کنندہ ب جس رقبے کے گھیرے کے گرد حرکت کرتا ہے
 وہ رقبہ = چرخ کے گھومے ہوئے فصل x بازو اب کا طویل۔

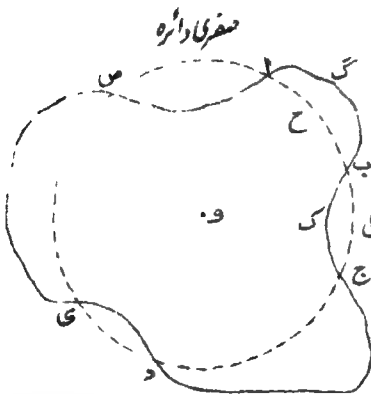
صورت دوم۔ ایسے رقبے جن کے اندر ثابت مرکز و واقع ہو۔
 صغریٰ دائرہ۔ قبل اس کے کہ ایسے رقبوں کی ام صورتوں پر
 غور کیا جائے جن کے اندر ثابت مرکز و واقع ہوتے ہیں یہ ضروری
 ہے کہ ان کی ایک خاص صورت یعنی "صغریٰ دائرہ" کی تشریح میں بھی
 کچھ وقت صرف کیا جائے۔ (شکل ۷۷) کو دیکھو۔ اگر ہم سطح پیم کے
 دونوں بازوؤں کو آپس میں اس طرح جکڑ دیں کہ چرخ کی سطح ثابت مرکز
 سے گزرے تو نقطہ ب صرف ایک ایسے دائرے پر گھومے گا جس کا
 مرکز وہی اور نصف قطر وہی ہے۔

اگر ہم نقطہ ب کو پھیر کر یہ دائرہ بنائیں تو چرخ ج کو کسی قسم کی
 گردش نہیں ہوگی کیونکہ اس صورت میں وہ برابر اپنی سطح سے علیٰ القوائم

سمت میں حرکت کر رہا ہوگا۔ اس لئے جب یہ دائرہ ب کے گھومنے سے بیگنا تو چرخ کی درجہ خوانی میں کوئی تبدیلی نہیں ہوگی۔ یا یوں کہئے کہ چرخ پر درجہ خوانی صفر ہے اس بناء پر متذکرہ بالا دائرے کا خاص نام "صفری دائرہ" رکھا گیا ہے۔

سطح پیم کو اس ہیئت میں رکھ کر بازو و ب کی پیمائش ہو سکتی ہے اور اس کی مدد سے صفری دائرہ کا رقبہ بھی دریافت ہو سکتا ہے۔ پیمائش کے وقت بازوؤں کو آپس میں جکڑنا بے سود ہے۔

ایسے رقبے کی عام صورت جس کے اندر ثنابت مرکز رہتا ہے۔ رقبہ ۱ ب ج د سی ص (شکل ۱۷) پر غور کرو جس کے اندر ثنابت مرکز و واقع ہے اور فرض کرو کہ نقطہ وار خط صفری دائرہ بتاتا ہے۔ اگر ہم نشان کنندہ کو ۱ سے ب تک منحنی پر پھیریں اور



پھر صفری دائرہ پر ہوتے ہوئے نشان کنندہ کو ۱ پر واپس لائیں تو مثبت سمت میں رقبہ ۱ گ ب ج بیگنا اس لئے چرخ پر کا معائنہ ایک ایسے رقبہ ۱ گ ب ج کو بتلایگا جس کے باہر ثنابت نقطہ و ہے۔

شکل ۱۷۔ رقبہ جس کے اندر ثنابت مرکز رہتا ہے

منحنی پر ۱ سے ب تک جو کچھ کہ حرکت ہوئی ہے

دہ چرخ پر پوری پوری ظاہر ہو جائیگی۔ اور صفری دائرے پر جو حرکت ہوتی ہے اس کا اثر چرخ پر کچھ نہیں ہوتا کیونکہ اس دائرے پر حرکت کرتے وقت چرخ بالکل نہیں گھومتا ہے۔ اس لئے رقبہ ۱ گ ب ج چرخ پر ظاہر ہو جاتا ہے۔ جب کہ شمار کنندہ ۱ سے ب تک منحنی پر حرکت کرتا ہے۔

اب اگر ہم ب سے آگے بڑھ کر ب ک ج ل راستہ طے کریں تو رقبہ ب ک ج ل منفی سمت میں بیگا یعنی چرخ اتنا پیچھے کو گھومے گا جس کا رقبہ ب ک ج ل کے مطابق ہوگا۔ اور یہ ساری حرکت چرخ کے پیمانے پر ظاہر ہو جائیگی جب کہ نشان کنندہ، ب ک ج ل راستہ طے کریگا اور اس کے اس طریقہ سے ب ک ج ل پر پھرنے سے رقبہ ب ک ج ل منفی سمت میں تقسیم ہوگا۔

پس یہ ظاہر ہے کہ جب کبھی شمار کنندہ، صفری دائرے سے گزرے گا تو چرخ خود بخود گردش کی سمت بدل دیگا اس لئے صفری دائرہ کھینچنے کی ضرورت نہیں ہے۔ ٹو بر جو کچھ بیان ہوا ہے اس سے صاف ظاہر ہے کہ جب نشان کنندہ کسی ایسے رقبہ کے گرد پھیرا جاتا ہے جس میں ثابت مرکز واقع ہے تو چرخ کا گھوما ہوا کل فاصلہ صفری دائرے کے باہر کے رقبوں کی جبری جمع کے مطابق ہوگا۔

جو رقبہ چرخ کی حرکت سے معلوم ہوگا اس میں اگر صفری دائرے کا رقبہ جوڑ دیا جائے تو رقبہ دریافت طلب حاصل ہو جائیگا۔ اس لئے صفری دائرے کا رقبہ مذکورہ بالا طریقے سے پہلے دریافت کر لینا ضروری ہے۔

چرخ کے پیمانے پر جو تقسیم ہوتی ہے اس کی سمت کو نہایت غور کے ساتھ دیکھتے رہنا چاہئے اور جہاں ضرورت ہو مثبت و منفی کی علامت لگاتے بھی جانا چاہئے۔ اور نشان کنندہ کو اس طرح پھیرنا چاہئے کہ وہ رقبہ کے گھیرے پر ہمیشہ مثبت سمت میں حرکت کرے۔

تجربہ ۷ — سطح پیمائی کی تعمیر — سطح پیمائی کے استعمال کے قبل اس بات کی دریافت ضروری ہے کہ چرخ کی ایک مکمل گردش کتنے رقبہ کو تعمیر کرتی ہے۔ یہ ظاہر ہے کہ اس کا

انحصار شمار کنندہ والے بازو کے طول (یعنی قبضہ اور نقطہ شمار کنندہ کے درمیانی فصل) اور جہز کے قطر پر ہے۔

(۱) شمار کنندہ والے بازو کے طول کی تعیین۔

اس پُرزے کو جس پر قبضہ چڑھا ہوا ہے اس طرح سے ترتیب دو کر اس پر کا نمائندہ بازو زیر بحث کے بغلی رُخ کے کسی نشان کی سیدھ میں آجائے۔ سہولت کے لئے... اسم □ کا اور اگر سطح پیماس کی درجہ بندی رانچوں میں ہو تو ۱۰ رانچ □ کا نشان مناسب ہوگا۔ اب ہم کو قبضے سے نشان کنندہ کا فاصلہ دریافت کرنا ہے۔ یہ کوئی آسان بات نہیں ہے کیونکہ قبضہ عموماً پُرزوں کے اندر واقع ہوتا ہے۔ بہترین طریقہ یہ ہے کہ آلے کے ایک جانب کو مربع دار کاغذ پر اس طریقہ سے رکھا جائے کہ نشان کنندہ کاغذ کے کسی خاص نشان پر پڑے اور جہاں قبضے کا محور واقع ہے اس کے مقام کا اندازہ ۱۰۰ ملی میٹر کی حد تک کر لیا جائے۔ نشان کنندہ والے بازو کو مربع دار کاغذ کے ایک کنارے کے متوازی رکھنا چاہئے تاکہ طول کی پیمائش صحت کے ساتھ ہو سکے۔

بعض قسم کے سطح پیماس میں شمار کنندہ والے بازو کے اوپر دو نقطے ہوتے ہیں۔ ان میں سے ایک بازو کے سرے کے قریب ثابت ہوتا ہے اور دوسرا قبضہ بردار کے ساتھ ساتھ حرکت کرتا ہے۔ آلہ ساز سطح پیماس کو اس طرح بناتے ہیں کہ ان نقطوں کا درمیانی فاصلہ شمار کنندہ اور قبضے کے محور کے فاصلے کے بالکل ٹھیک مساوی ہوتا ہے۔ اس صورت میں اس فصل کی پیمائش ایک پیماس کے ذریعے ہو سکتی ہے۔ اور یہ طریقہ پہلے طریقوں سے زیادہ آسان اور صحیح بھی ہے۔ یہ حاصل شدہ فصل، وہی فصل ط ہے جس کا ذکر آلے کی تشریح میں پہلے ہو چکا ہے۔

(۲) چرخ کے محیط کی تعین — چرخ کا قطر پیداؤ خردہ پیا سے دریافت کرلو۔ اور اس کو π سے ضرب دو۔ حاصل ضرب محیط ہوگا۔ اس پیمائش میں اس امر کا لحاظ رکھنا چاہئے کہ چرخ پر ضرورت سے زیادہ دباؤ نہ پڑے۔ اگر ایسا نہ کیا جائے تو چرخ کا کنارہ بد شکل ہو جائیگا اور اس وجہ سے آلے کی صحت بھی جاتی رہیگی۔

بازو کا طول ϕ \times چرخ کا محیط π $ق =$ اس رقبے کے جس کی تعبیر چرخ کی گردش سے ہوتی ہے۔ جہاں $ق =$ چرخ کا قطر جو خردہ پیا کی مدد سے حاصل ہوتا ہے۔

یہ حاصل ضرب شمار کنندہ والے بازو کے ٹنچ کے .. اسم \square یا α انچ کے نشان سے مطابقت کریگا۔ جس پر قبضہ بردار مرتب کیا گیا تھا۔ یہ درجہ بندیاں آلہ ساز کرتے ہیں۔ اور جب آلہ تذکرہ بالا طریقے سے مرتب کیا گیا ہو تو یہ درجہ بندیاں ان رقبوں کو ظاہر کرتی ہیں جن کی تعبیر چرخ کی ایک گردش سے ہوتی ہے۔ بات ظاہر ہے کہ ” ϕ “ اور ” $ق$ “ کے دریافت کرنے کے جو دو طریقے اوپر بتائے گئے ہیں وہ کسی قدر ناقص ہیں۔ آلہ ساز ان مقداروں کو زیادہ صحت کے ساتھ دریافت کر سکتے ہیں اس لئے تاوقتیکہ آلہ پُرانا نہ ہو جائے یا بے احتیاطی سے استعمال کرنے کی وجہ سے خراب نہ ہو جائے جو قیمتیں شمار کنندہ والے بازو پر لکھی ہوں انہیں استعمال کرنا چاہئے۔

نچی بہ ۹ — سطح پیمائی کی مدد سے چھوٹے چھوٹے رقبوں کی تعین — رقبہ اتنا چھوٹا ہونا چاہئے کہ ثابت مرکز و شکل کے باہر رکھا جاسکے۔

(۱) سطح پیمائی کی فی صد غلطی دریافت کرنا۔ دس سمر ضلع کا ایک مربع کھینچو اور آلے کے نشان کنندہ کو اس مربع

کے چاروں طرف پھیرو اور سطح پیم کے ذریعے سے جو رقبہ معلوم ہو اس کو مربع سمر میں تحویل کر لو۔ سو مربع سمر میں (جو مربع کا مجموعی رقبہ ہے) اور سطح پیم کے ذریعے سے دریافت کی ہوئی قیمت میں جو فرق ہوگا وہی سطح پیم کی فی صد غلطی ہوگی۔

(ب) دائرے کا رقبہ سطح پیم کی مدد سے دریافت کرنا۔

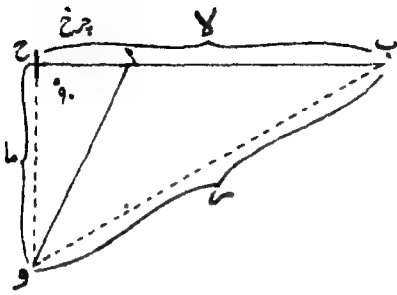
۱۰ سمر نصف قطر کا ایک دائرہ کھینچو اس کا رقبہ $10 \times \pi$ مربع سمر ہوگا۔ اس رقبے کو سطح پیم کی مدد سے دریافت کرو۔ ان دونوں قیمتوں سے π کی قیمت اخذ کرو۔

تجربہ ۱۔ سطح پیم کے صفری دائرے کا رقبہ دریافت کرنا۔ چھوٹے رقبوں کی پیمائش کرنے میں اس آلے کا استعمال بتایا جا چکا ہے۔ اور اس پر رقبوں کی قیمت بڑھنے کی ترکیب بھی سمجھائی جا چکی ہے۔ اب اس کی ضرورت ہے کہ صفری دائرے کا رقبہ دریافت ہو جائے تاکہ ان بڑے بڑے رقبوں کی پیمائش ہو سکے جن کے اندر ثابت مرکز واقع ہوں۔

(۱) صفری دائرے کا رقبہ نظر سے :-

چرخ کو مربع دار کاغذ پر اس طرح سے رکھو کہ اس کا وہ نقطہ جو کاغذ سے لمس کر رہا ہو ٹھیک کسی مربع کے ایک کونے پر رہے۔ اور اس کی سطح مربعوں کے ضلعوں پر رہے۔ نشان کنندہ کاغذ کے کسی ایک کنارے پر اور ثابت مرکز چرخ کے سطح والے کنارے پر رہے۔ اور ان دونوں نقطوں کو اس طرح سے دباؤ کہ کاغذ پر ان کے نشان پڑ جائیں۔

آرہ اب اس طرح بٹھایا گیا ہے کہ چرخ کی سطح ثابت مرکز سے ہو کر گذرتی ہے۔ اس لئے ان تحقیقات کی رو سے جن کا بیان پہلے ہو چکا ہے ثابت نقطے اور شمار کنندہ کا درمیانی فاصلہ صفری دائرے کا نصف قطر ہے۔ مقرر الذکر فصل کی پیمائش ہو سکتی ہے



جس کی مدد سے صفری دائرے کا رقبہ بھی معلوم ہو سکتا ہے۔

شکل ۱۱ میں

$$\text{لا} + \text{س} = \text{س}$$

اس لئے ہم لکھ سکتے ہیں:-

صفری دائرے کا

$$\text{رقبہ} = \pi (\text{لا} + \text{س})$$

اور مساوات مندرجہ بالا سے

صاف ظاہر ہے کہ رقبہ صرف لا اور س کی قیمتیں دریافت کرنے سے معلوم ہو سکتا ہے اور س کی پیمائش کرنے کی ضرورت نہیں۔

اگر نشان کنندہ والے بازو کے اوپر کے بیخ کار معائنہ کیا جائے تو یہ معلوم ہوگا کہ ان کے مختلف نقطوں پر بھی اعداد ملے ہیں جو بنی

بیخ کے نشانات کے اوپر لکھے ہوئے ہیں۔ یہ اعداد ان صفری دائروں کے رقبوں کو تعبیر کرتے ہیں جن کو قبضہ بردار کے مختلف مقاموں

سے مطابقت ہے اور یہ اعداد عموماً چرخ کی گردشوں کی تعداد بتاتے ہیں۔ مثلاً اگر قبضہ بردار کا نمائندہ ۱۰۰ سمر □ کے نشان

پر مرتب کیا جائے اور سلانخ کے اوپر والے بیخ پر اسی نشان کے سامنے ۲۰۵ ۳۱ لکھا ہوا ہو تو اس کے معنی یہ ہوں گے کہ

صفری دائرے کا رقبہ چرخ کی ۲۰۵ ۳۱ گردشوں کے برابر ہے یا یوں کہئے کہ رقبہ = ۲۰۵ ۳۱ مربع سمر۔

آلے پر کے نشانات کی مدد سے صفری دائرے کا رقبہ مربع سمر میں لکھو اور مذکورہ بالا مشاہدات سے جو رقبہ حاصل ہو اس کا

قبل الذکر رقبے سے مقابلہ کرو۔ جیسا کہ پہلے بیان ہو چکا ہے آلے پر کے نشان کی مدد سے جو رقبہ حاصل ہوتے ہیں ان کی صحت پر

زیادہ بھروسہ کیا جا سکتا ہے۔ کیونکہ آلہ سازوں کو زیادہ صحت کے

ذرائع حاصل ہیں اس لئے جب تک کہ آہ قطعی طور پر خراب نہ ہو گیا ہو اُس کے نشانات کی مدد سے جو رقبے ملتے ہیں اُن ہی کو استعمال کرنا چاہئے۔

(ب) صفری دائرے کا رقبہ تجربہ کے ذریعے سے۔
صرف سطح پیم کے نمائندوں ہی کی مدد سے بغیر کسی پیمائش کے صفری دائرے کا رقبہ بہت آسانی کے ساتھ دریافت ہو سکتا ہے۔ کوئی ایک ایسا منتظم یا غیر منتظم رقبہ لو کہ اگر ثابت نقطہ باہر رکھا جائے تو اسی رقبے کے گھیرے پر نشان کنندہ آسانی سے پھیرا جاسکے۔
۲۰ سمر کے عرض کی شکل اکثر ایسے آلوں کے لئے مناسب ہوگی جو ۱۰۰ سمر □ درجہ بندی پر مرتب کئے گئے ہوں۔

ثابت مرکز کو باہر رکھ کر شمار کنندہ کو شکل کے گھیرے پر پھیرو۔
اور سطح پیم کے درجوں سے جو رقبہ معلوم ہو اُس کو قلمبند کر لو۔ اس رقبے کی تعبیر ۱ سے کرو۔

اب ثابت مرکز کو شکل کے اندر رکھ کر پھر نشان کنندہ کو پھیرو۔ پھیرنے کے عمل کو آہستہ آہستہ جاری رکھو کیونکہ اس حالت میں چرخ بہت تیزی سے گھومے گا اور اگر احتیاط نہ برتی جائے تو چرخ کاغذ پر یا تو پھسل جائیگا یا اُس سے ہٹ جائیگا۔ اگر غور سے دیکھو گے تو معلوم ہوگا کہ چرخ ہر کی ترقیم گھٹ رہی ہوگی یعنی صنفی رقبہ ترقیم ہو رہا ہوگا۔ بشرطیکہ شمار کنندہ مثبت سمت میں حرکت کر رہا ہو۔
جب ترقیم شدہ رقبہ چرخ پر معلوم ہو جائے تو مندرجہ ذیل مساوات سے شکل زیر بحث کا رقبہ دریافت ہو جائیگا۔ جب ثابت مرکز شکل کے اندر ہو تو

رقبہ ۱ = ترقیم شدہ رقبہ + صفری دائرے کا رقبہ

عموماً مساوات رقبہ ۱ کے دریافت کرنے میں استعمال کی جاتی ہے۔ لیکن اس خاص صورت میں جو کہ زیر بحث ہے

اس کی مد سے صفری دائرے کا رقبہ بھی معلوم کر سکتے ہیں۔ رقبہ ۱
سطح پیمائی کی مد سے پہلے ہی دریافت ہو چکا ہے جب کہ ثابت مرکز
شکل کے باہر تھا۔ اور ترقیم سے رقبے کا پتہ چل گیا ہے جب کہ مرکز
اندہ تھا اس لئے صفری دائرے کا رقبہ دو مذکورہ بالا رقوم کے
جبوری ذوق کے مساوی ہے۔ یا ان کے حسابی حاصل جمع کے، کیونکہ
ان میں سے ایک منفی مقدار ہے۔
مندرجہ ذیل مثال کو دیکھو:-

ثابت مرکز باہر ہو

پہلا معائنہ	۲۵۱۳۹	چکر
دوسرا معائنہ	۵۶۷۱۳	چکر
ترقیم	<u>۳۶۵۷۴</u>	چکر
رقبہ	<u>۳۵۷۶۴</u>	مربع سمر

ثابت مرکز اندر ہو

پہلا معائنہ	۵۶۷۸۱ (۲)	چکر
دوسرا معائنہ	۸۶۶۳۳	چکر
ترقیم	<u>-۱۷۸۱۳۸</u>	چکر

ترقیم منفی سمت میں ہو رہی تھی اور چرخ جو بؤرے چکروں کو
بتاتا ہے وہ اپنے صفر پر سے دو مرتبہ گزرا۔ اس لئے پہلے معائنہ کے
سامنے (۲) کا نشان لگا دیا گیا ہے۔
اس طریقہ سے

$$۳۵۷۶۴ = (-۱۷۸۱۳۸) + \text{صفری دائرے کا رقبہ}$$

یا صغری دائرے کا رقبہ = ۲۰.۷۲۵۲ مربع سمر -
 مذکورہ بالا نتیجوں کے مقابلے میں سطح پیمائش کے شمار کنندہ کی درجہ بندیوں
 سے اسی رقبے کی قیمت ۲۰.۷۳ مربع سمر تھی -
 صغری دائرے کا رقبہ ان دو طریقوں سے دریافت کرو اور نتیجوں کا
 مقابلہ اُس قیمت سے کرو جو شمار کنندہ کے بازو سے حاصل ہوتی
 ہے -

نتیجہ ہر ۱۱۔ — بڑے رقبوں کی پیمائش
 سطح پیمائش کی مدد سے — اس صورت میں رقبہ اتنا بڑا فرض کیا
 جا سکتا ہے کہ ثابت مرکز و اس کے اندر لیا جاسکے -
 ۴۰ سمر \times ۷۰ سمر کی ایک بڑی شکل ناقص دو صوئیوں اور
 دھماگے کی مدد سے کھینچو - اور سطح پیمائش کی مدد سے اس کا رقبہ
 دریافت کرو - ثابت کرو کہ یہ رقبہ $= \frac{\pi}{4} \times$ اُس مستطیل کا
 رقبہ جو کہ شکل ناقص کے باہر کھینچا گیا ہے اور جس کے اضلاع
 اعظم اور اقل محوروں کے مساوی ہوں -

۲۔ حجم اور کثافت کی پیمائش

کثافت سے کسی مادے شے کی کمیت فی اکائی حجم مراد ہے -
 پس 'گ' 'ث' نظام میں اس کو یوں کہہ سکتے ہیں کہ کسی مادے
 شے کی کثافت اُس کے ایک مکعب سمر حجم کے مادے کی کمیت کے
 برابر ہے -

اگر گ کمیت ہو اور ح حجم تو $\frac{ک}{ح}$ کثافت =
 اگر گ گراموں میں اور ح مکعب سمروں میں ہو تو کثافت گرام

فی کعب سمر میں ظاہر ہوگی۔
تجربہ ۳۱۔ کسی منظم مجسم کی کثافت سرل چاہے
کے ذریعے دریافت کرنا۔ احتیاط کے ساتھ چند منظم مجسمات کے
طولی البعاد کو ایسے سرل چاہے کے ذریعے دریافت کرو جس سے
او۔ بلی میٹر تک طول دریافت ہو سکے۔ طول کی پیمائش میں سرل
چاہے کے ہر معائنے سے ”صفری معائنہ“ کو جبری قاعدے سے
حسب ضرورت گھٹاؤ۔

ہر پیمائش میں مشاہدہ کم از کم تین مرتبہ ہونا چاہیے اور اگر
ممکن ہو تو مشاہدے جسم کے مختلف نقطوں پر ہونے چاہئیں۔ جو
نتیجے حاصل ہوں ان کا اوسط لینا چاہیے۔ مثلاً اگر کسی اسطوانے
کا قطر دریافت کرنا ہو تو اس کی قیمت اس کے ہر ایک سرے
اور وسطی مقام پر دریافت کرنی چاہیے۔ اور اس کا اوسط قطر
ان تینوں کا اوسط ہوگا۔ ایسا عمل کرنے سے اگر استوائہ کسی
قدر گھڑم ہو تو اس کی وجہ سے جو غلطی ہوگی اس کی صحت
ہو جاتی ہے۔ اسطوانے کے ہر مقام پر دو ایسے قطروں کی
پیمائش ہونی چاہیے جو آپس میں علی القوائم ہوں۔ اس طریقے
سے اسطوانے میں اگر ناقصیت ہو تو اس کی بھی صحت ہو
جائیگی۔

پس اس طرح سے اسطوانے پر چھ مشاہدات ہونگے اور
ان کا اوسط اسطوانے کا صحیح قطر سمجھا جاسکتا ہے۔
دریافت شدہ قطر کی مدد سے اسطوانے کا حجم دریافت کرو۔
اسی طریقے سے اور دیگر منظم مجسمات کے بھی حجم دریافت ہو سکتے ہیں۔
(مختلف منظم مجسمات کے حجم دریافت کرنے کے ضابطے ضمیمہ
میں درج ہیں)

ترازو کی مدد سے اس جسم کی کمیت مادہ دریافت کرو اور اس

کمیت کو حجم دریافت شدہ سے تقسیم کر دو جو نتیجہ کہ حاصل ہوگا وہ اس کی کثافت ہوگی۔

تجربہ ۱۳۔ کسی منتظم مجسم کی کثافت پیمدار خردہ پیم کی مدد سے دریافت کرنا۔ اجسامت زیر پیمائش کے طولی ابعاد کو خردہ پیم سے دریافت کرو اور ضابطے کی مدد سے حجم کی تعیین کرو۔

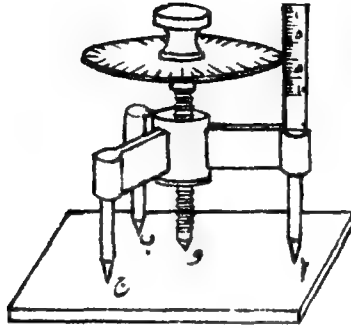
پھر اس جسم کی کمیت ترازو سے معلوم کر لو اور اس کمیت کو حاصل شدہ حجم سے تقسیم کر دو۔ جو نتیجہ نکلیگا وہ اس جسم کی کثافت ہوگا۔

۳۔ کروییت پیم

کروییت پیم ایک آلہ ہے جو کسی کروی سطح کے انحناء کے نصف قطر کی پیمائش کرنے میں استعمال کیا جاتا ہے۔ اکثر صورتوں میں (مثلاً کسی عدسے کی پیمائش وغیرہ میں) سطح زیر پیمائش کرہ کا محض ایک چھوٹا سا حصہ ہوتا ہے۔ اس صورت میں انحناء کا نصف قطر اس (خیالی) کرہ کا نصف قطر ہے جس کا ایک حصہ یہ سطح ہے۔

یہ آلہ ایک ایسے ڈھانچے پر مشتمل ہے جس میں تین پائے اب ج اس طرح سے لگے ہیں کہ ان کے سرے تقریباً ایک مثلث مساوی الاضلاع کے کونوں پر واقع ہیں (شکل ۱۱)۔ ڈھانچے کے مرکز سے ایک باریک عموماً ۰.۵ ملی میٹر یا ایک ملی میٹر کی گھائی کا بیج گزرتا ہے جو اس آلہ کا چوتھا پایہ ۷ ہے۔ اس پائے کا مقام ایٹ ایسے پیمانے سے دریافت ہوتا ہے جو ڈھانچے میں علی القوائم لگا ہوا ہے۔ بیج کے اوپر کے سرے پر ایک قرص دار

پیمانہ لگا ہوا ہے اس میں عموماً سو درجے ہوتے ہیں۔ جب یہ قرص



شکل ۱۵۔ کرویت پیم

ایک دفعہ پورا چکر لگا جاتا ہے تو پھر ۹ بیچ کی ایک گھائی کے برابر
اوپر یا نیچے ہٹتا ہے۔ اگر گھائی ایک ریلی میٹر کی ہو تو قرص کا ایک درجہ
۰.۱ ریلی میٹر بتائیگا۔ اگر گھائی ۰.۵ ریلی میٹر کی ہو تو قرص کا ایک درجہ
۰.۵ ریلی میٹر بتائیگا۔ اس کے معنی یہ ہیں کہ اس آلے کی مدد سے
۰.۱ یا ۰.۵ ریلی میٹر کی حد تک طول دریافت ہو سکتا ہے۔

تجربہ ۱۴۔ — کرویت پیم کی مدد سے کسی
تختی کی موٹائی کی پیمائش۔ کرویت پیم کے استعمال سے
قبل یہ دریافت کرنا چاہئے کہ آلے کے اوپر دونوں پیمانوں میں
کس طرح سے درجہ بندی ہوئی ہے۔ کیونکہ ہر آلے کی درجہ بندی
یکساں نہیں ہوتی۔ سب سے پہلے یہ دریافت کرو کہ قرص کی
ایک پوری گردش سے بیچ کا پیمائش کتنا آگے بڑھتا ہے۔ یہ فصل
غالباً ۰.۵ یا ۰.۱ ریلی میٹر ہوگا۔ اس کے بعد دیکھو کہ قرص کے اوپر
کتنے درجے ہیں اور اس کی مدد سے یہ دریافت کر لو کہ جب قرص

ایک درجہ گھومایا جاتا ہے تو بیچ کا سراکتنا آگے بڑھیکا۔ مثلاً بیچ کی گھائی اگر ۰.۵ ملی میٹر ہو اور درجہ دار قرص پر پچاس درجے ہوں تو ہر درجہ ۰.۵۰۱ ملی میٹر فصل کے مطابق ہوگا (دیکھو صفحہ ۳۲)۔ جب کہ درجہ دار قرص کا صفر خطی پیمانے کے صفر کے محاذی ہو جائے تو اس صورت میں یہ سمجھا جاتا ہے کہ بیچ کی نوک اور تینوں پایوں کی نوکیں ایک ہی سطح میں واقع ہیں۔ بالعموم ٹھیک یہ صورت نہیں رہتی ہے۔ اس لئے آلے کی "صفری غلطی" کی مقدار یا "صفری معائنہ" کے دریافت کرنے کی ضرورت ہوتی ہے۔

اس امر کے لئے گردیت پیم ایک ایسی ٹھیک سطح مستوی پر رکھا جاتا ہے جس کے استوا کی جانچ فن مناظر کے قاعدے سے پہلے کر لی جاتی ہے۔ یہ عموماً کانچ کی تختی ہوتی ہے۔ آلے کے سرے کو گھماتے جاؤ جب تک کہ بیچ کی نوک سطح مذکورہ بالا سے مس نہ کرے۔ اس کا پتہ کہ نوک عین مس کر رہی ہے یوں لگتا ہے کہ اگر باہر والے پایوں سے کسی کو انگلی یا پنسل سے چھوا جائے تو آگے بیچ کی نوک کے گرد گھوم جاتا ہے۔ بیچ کو اتنا گھمانا چاہیے کہ آلہ اگر مذکورہ بالا طریقے سے چھوا جائے تو گھومنے لگے۔ لیکن اگر بیچ ذرا سا بھی اوپر اٹھایا جائے تو آلے کا گھومنا موقوف ہو جائے۔ اس عمل کو کئی بار کرو اور ہر شاہدے میں خطی پیمانے پر قرص کے صفر کا مقام دریافت کر لو۔ جو قیمتیں کہ ملینگی اُن کا اوسط صفری معائنہ ہوگا۔ اس کے بعد جتنے معائنے ہونگے اُن میں سے ہر ایک میں یہ صفری معائنہ جبری طریقے سے محسوب کر لینا چاہیے۔

شیشے کی تختی کی موٹائی ناپنے میں پہلے صفری معائنہ دریافت کر دو۔ اس کے بعد تختی کو بیچ کی نوک کے نیچے رکھو اور بیچ کو باہر کی طرف گھماتے جاؤ جب تک کہ آلے کی گردش عین موقوف

نہ ہو جائے۔ اس عمل میں آلے کے تینوں پائے حسب دستور سطح
مستوی پر رہنے چاہئیں۔ جب آلہ اس طرح سے مرتب ہو جائے
تو پیمانے پر معائنہ کر لو اور اس کی قیمت سے صفری معائنہ کی
قیمت گھٹا لو جو نتیجہ نکلیگا تختی کی موٹائی ہوگا۔

اکثر اوقات انتصابی پیمانہ کا لحاظ نہ رکھنا زیادہ آسان ہوتا
ہے مگر صرف اتنا جان لینا چاہئے کہ جب قرص ایک پوری
گردش کر لیتا ہے تو نوک کتنا فصل طے کرتی ہے۔ اس صورت
میں انتصابی پیمانے پر معائنہ کرنے کے بجائے قرص کی پوری گردشوں
کی تعداد دریافت کرنی چاہئے۔ یہ ظاہر ہے کہ ایک گردش قرص
پر کے ۵۰ یا ۱۰۰ درجوں کے برابر ہوگی اور جتنا فصل کہ بھیج کی
نوک طے کریگی وہ مذکورہ بالا درجوں کے رقوم میں ظاہر کیا
جا سکتا ہے۔

مثال۔ فرض کرو کہ قرص پر صفری معائنہ ۲۳ درجے ہے۔
جب بھیج کی نوک تختی کی اوپر کی سطح پر آئی تو قرص کو
چار سے زیادہ گریباچ سے کم مکمل گردشیں دیں پڑیں۔ اور اس وقت
قرص پر کا معائنہ ۶۵ تھا۔

قرص پر ۱۰۰ درجے ہیں اس لئے درجوں کی تعداد جس حد
تک آلہ گھمایا گیا ہے = مکمل چکر + ۶۵ - ۲۳
= ۴۲۲ درجے

بھیج کی گھائی ۵.۵ ملی میٹر ہے اس لئے ہر درجہ $\frac{1}{11}$ مر
کے مطابق ہوگا۔

اس لئے تختی کی موٹائی = ۲۱.۵ مر

تجربہ ۱۵۔ گسی آئینہ یا عدسہ کی سطح
کے انحناء کے نصف قطر کی پیمائش۔ کرویت پیم کے

تینوں پایوں کو گڑوی سطح پر بٹھا دو اور پیچ کو اس طرح سے ترتیب دو کہ اس کی نوک بھی ٹھیک گڑوی سطح کو مس کرے۔ قرض پر معائنہ کر لو۔ اب آلے کو گڑوی سطح سے ہٹا کر سطح مستوی پر رکھو اور دیکھو کہ پیچ کی نوک کو تینوں پایوں کی سطح میں لانے کے لئے قرض کو کتنی دفعہ ہٹانا پڑتا ہے۔ قرض پر پھر معائنہ کرو۔ گردشوں کی تعداد اور قرض پر گئے دونوں معائنوں سے یہ دریافت کرو کہ پیچ کی نوک نے کتنا فصل طے کیا۔ یہ مشاہدہ کئی دفعہ ہونا چاہئے۔ اوسط قیمت کو 'گ' سمر سے تعبیر کرو۔

آلے کے کسی دو ثابت پایوں کا درمیانی فاصلہ بھی جاننا ضروری ہے۔ اس کو کسی پٹی میٹر کے پیمانے سے ۱۰۰ پٹی میٹر کی حد تک احتیاط سے پیمائش کر لو۔ اس قسم کی تین پیمائشیں کرنی ہونگی۔ کیونکہ یہ فاصلہ اس مثلث مساوی الاضلاع کا ضلع ہے جس کے کونوں پر پایوں کی نوکیں واقع ہیں۔ ان تینوں پیمائشوں کے اوسط کو 'ف' سمر سے تعبیر کرو تو انحصار کا نصف قطر مندرجہ ذیل مساوات سے معلوم ہو جائیگا۔

$$س = \frac{ف}{۲} + \frac{۲}{۲} گ$$

جہاں س انحصار کا نصف قطر ہے

نوٹ :- (۱) چونکہ س کا انحصار 'ف' کے مربع پر ہے اس لئے 'ف' کی پیمائش میں تھوڑی سی فی صد غلطی س کی فی صد غلطی کی تعداد کو دو چند کر دیگی۔

(۲) اگر 'گ' کی پیمائش سمر میں ہوئی ہے تو 'ف' بھی سمر میں ہونا چاہئے اور 'س' کی قیمت بھی سمر میں نکلیگی۔

(۳) رقم $\frac{۲}{۲}$ اکثر اوقات $\frac{۲}{۲}$ کے مقابلے میں نظر انداز کر دی جاتی ہے۔

نتیجے مندرجہ ذیل طریقے سے قلمبند ہونے چاہئیں:-

سطح مستوی پر معائنہ	عکسہ پر معائنہ
۲۲ درجے	۴۸ درجے
۲۴ درجے	۴۷
۲۳ درجے	۴۶
اوسط ۲۳ درجے	اوسط ۴۷ درجے

فرق = ۲۴ درجے
ہیچ میں دو مکمل چکر ہوئے۔

گ = ۲ چکر + ۲۴ درجے = ۰.۶۱۱۲ سمر

پایلوں کا درمیانی فاصلہ

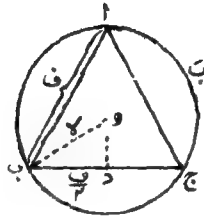
$$\begin{aligned} & ۳۶۰.۱ \text{ سمر} \\ & ۳۶۰.۳ \\ & \text{اوسط } ۳۶۰.۱ = \frac{۳۶۰.۱ + ۳۶۰.۳}{۲} \\ & \text{مس} = \frac{۳۶۰.۱}{۰.۱۱۲ \times ۶} + \frac{۰.۶۱۱۲}{۲} \text{ سمر} \\ & = ۱۳۶۵ \text{ سمر} \end{aligned}$$

سطح کے انحناء کو بصریوں میں دریافت کرنا زیادہ مفید ہے کیونکہ بصریہ عینک سازوں کے پاس انحناء کی اکائی ہے جس سطح کے انحناء کا نصف قطر ایک میٹر ہوتا ہے اُس کا انحناء ایک بصریہ کہلاتا ہے۔ پس انحناء کی قیمت بصریوں میں انحناء کے نصف قطر کی اُس قیمت کا مقابلہ ہے جو میٹروں میں ہوتی ہے۔

مثال مندرجہ بالا میں انحناء = $\frac{۱۰}{۱۳۶۵}$ بصریہ

$$\text{ضابطہ مس} = \frac{۲}{۶} \text{ گ} + \frac{۲}{۶} \text{ گ} = \text{گ} \text{ کا ثبوت} \text{ — اس}$$

ضابطہ میں ف اُس مثلث متساوی الاضلاع کے ضلع کا طول ہے جس کے کونوں پر آلہ کی تینوں ثابت نوکیں رہتی ہیں (شکل ۱۹)۔ فرض کرو کہ ا ب ج مذکورہ بالا مثلث متساوی الاضلاع ہے۔ اس



شکل ۱۹۔ کرویّت پیم کی سطح

مثلث کے گرد دائرہ کھینچو۔ و اس دائرہ کا مرکز ہے۔ نصف قطرے و ب کو لائے تعمیر کرو۔ ب ج پر و د عمود کھینچو۔ تب $\overline{ب د} = \frac{۲}{۳} \overline{ف}$

$$\text{اور } \overline{و د} = \frac{۱}{۳} \overline{ف}$$

کیونکہ مثلث ب و د ایک مثلث متساوی الاضلاع کا نصف ہے۔

$$\text{اب } \overline{و ب} = \overline{و د} + \overline{ب د}$$

$$\text{یعنی } \overline{۱ لا} = \left(\frac{۱}{۳} \overline{ف} \right) + \left(\frac{۲}{۳} \overline{ف} \right)$$

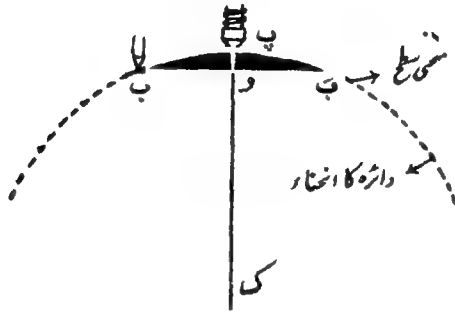
$$\overline{۱ لا} = \frac{۱}{۳} \overline{ف} + \frac{۲}{۳} \overline{ف}$$

$$\overline{۱ لا} = \frac{۳}{۳} \overline{ف}$$

$$\text{اس لئے } \overline{۱ لا} = \overline{ف}$$

کرہ کو ایک ایسی سطح سے قطع کرو جو اس کے مرکز کی اور خط $\overline{ب و}$ سے گزرے۔ اس سطحی تراش پر غور کرو۔

اس طریقہ سے شکل ۷۱-۱ حاصل ہوتی ہے جس میں اس دائرے کا صرف ایک حصہ دکھایا گیا ہے جس کے انحناء کی ضرورت ہے۔ پ ک کو اپنی سیدھ میں اس طرح بڑھاؤ کہ وہ دائرے کو پھر نقطہ



شکل ۷۱-۱ = دائرہ کا حصہ

س پر قطع کرے (یہ نقطہ س شکل میں نہیں دکھایا گیا ہے)

$$ک س = ک پ$$

$$س =$$

$$و ب = و ب$$

$$لا =$$

$$اور و پ = گ$$

ہم کو علم ہندسہ سے معلوم ہے کہ $و س \times و پ = و ب \times و ب$

$$لا = گ (س - گ)$$

$$س گ = لا + گ$$

$$\frac{گ}{س} + \frac{لا}{گ} =$$

پہلے یہ ثابت کیا جا چکا ہے کہ $\frac{f_1}{f_2} = \frac{v_1}{v_2}$

$\frac{f_1}{f_2} + \frac{v_1}{v_2} = \frac{v_1}{v_2} + \frac{v_1}{v_2} = \frac{2v_1}{v_2}$

اور یہی ثابت کرنا مطلوب تھا۔



فصل چہارم

اضافی کثافتوں کی تعیین

۱۔ کثافتِ اضافی کی تعریف

کسی جسم کی مادی شے کا وزن اُس کی مساوی الجھم کسی معیاری شے کے وزن کے ساتھ جو نسبت رکھتا ہے اُس نسبت کو قبل الذکر شے کی کثافتِ اضافی کہتے ہیں۔ بالعموم پانی معیاری شے قرار دیا گیا ہے۔ اِس مفہوم کو علمِ ریاضی میں ذیل کی صورت میں ادا کر سکتے ہیں:-
فرض کرو کہ کسی مادی جسم کا وزن W ہے اور اِس جسم کے مساوی الجھم پانی کا وزن W_0 ہے تو متذکرہ بالا تعریف کی رو سے جسم زیرِ بحث کی کثافتِ اضافی $= \frac{W}{W_0}$

چونکہ وزن گہیتِ مادہ کے متناسب ہوتا ہے۔ اِس لئے
کثافتِ اضافی $= \frac{W}{W_0} = \frac{\text{جسم کا گہیت}}{\text{جسم کا گہیت}}$ جہاں W = مساوی الجھم پانی کا گہیتِ مادہ

جب حقیقی نتیجہ مقصود ہو تو اُن پیشوں کو مخصوص کرنا بھی ضروری ہے جن پر تجربے کیے جائیں۔ اِس بناء پر پانی ۴° مئی پیش کا لیا جاتا ہے اور اِس پیش پر پانی "اعظم کثافت" رکھتا ہے۔ معمولی تجربوں

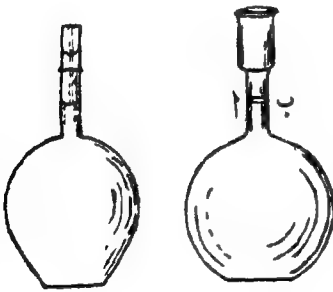
میں پیمائشیں کرے کی پیش پر ہوتی ہیں۔

۲۔ کثافت اضافی بوتل

کثافت اضافی بوتل اس قسم کی ہوتی ہے جس میں ایک خاص حجم کا مائع سما جائے عموماً یہ بوتل صراحی نما ہوتی ہے جس کے منہ میں ایک ایسی شیشے کی ڈاٹ لگی ہوتی ہے جو اس کو بخوبی بند کر لیتی ہے۔ ڈاٹ میں ایک باریک سا سوراخ بنا دیتے ہیں تاکہ بند کرتے وقت ہوا اور زائد مائع بوتل سے نکل جائے۔

متذکرہ بالا بوتل کے علاوہ ایک دوسری قسم کی زیادہ سادہ اور صحیح بوتل بھی استعمال کی جاتی ہے۔ اس کی گردن پر ایک نشان اب لگا رہتا ہے (شکل ۱)۔ بوتل کو اتنا بھرتے ہیں کہ مائع کی

ہلالی سطح کا نیچے والا حصہ نشان تک پہنچ جائے۔ اگر مائع زیادہ داخل ہو جائے تو جاذب کی مدد سے یا چھوٹے نالچے سے اس کو نکال لیا جاتا ہے۔ عموماً کثافت اضافی دریافت کرنے میں بوتل کو دو دفعہ یعنی ایک دفعہ پانی اور دوسری دفعہ مائع سے بھرنا ہوتا ہے اور صحیح نتیجہ



شکل ۱۔ کثافت اضافی بوتل

نکالنے کے لئے اس کی ضرورت ہے کہ دونوں صورتوں میں بوتل کی گنجائش مساوی ہو۔ چونکہ اول الذکر بوتل میں ڈاٹ محصور نما ہوتی ہے اس لئے یہ ممکن ہے کہ جس قدر پہلی دفعہ بھرنے میں ڈاٹ اندر گھسی تھی اتنی ہی دوسری دفعہ میں نہ گھسے۔ جس سے بوتل کی گنجائش

میں فرق ہو جائیگا۔ اس کے علاوہ جب بوتل کی تپش کسی وجہ سے (مثلاً ہاتھ سے چھونے سے) ڈاٹ کی تپش کے مقابلے میں ذرا سی بھی بڑھ جاتی ہے تو بوتل کے منہ کے قطر میں اس تپش کی وجہ سے اضافہ ہو جاتا ہے۔ اور ڈاٹ ضرورت سے زیادہ اندر گھس جاتی ہے جس سے پھر بھی بوتل کی گنجائش میں کمی واقع ہوگی۔ ان ہی وجوہات سے جب زیادہ صحت مد نظر ہوتی ہے تو موخر الذکر بوتل کو اس بوتل پر فوقیت دیجاتی ہے۔

بخار بسا ۱۶ — کثافت اضافی بوتل سے

کسی مائع کی کثافت اضافی دریافت کرنا — بوتل کو خوب صاف کر کے آپبی طرح سے خشک کر لو۔ اس کا طریقہ یہ ہے کہ کالج نمی ایک ایسی نمی لوجو بوتل کے اندر داخل ہو سکے۔ اس نمی کو بڑ کی نمی کے ذریعے ایک دھونکنی سے ملا دو اور اس سے بوتل میں ہوا داخل کرو۔ ساتھ ساتھ بوتل کو دھیمہ دھیمہ شراب کی بتی یا بنسنی مشعل سے گرم کرتے جاؤ۔ گرم کرنے میں بوتل کی گردن کو پکڑ کر ہموار نہ گھمائے رہو تاکہ بوتل کے مختلف حصے مختلف تپش پر آنے نہ پائیں۔ اگر یہ احتیاط نہ برتی جائے تو شیشے کے ٹوٹنے کا خدشہ رہتا ہے۔

جب بوتل خشک اور ٹھنڈی ہو جائے تو اس کے وزن کو سنٹی گرام کی حد تک ترازو کی مدد سے دریافت کرو۔ فرض کرو کہ خالی بوتل کا وزن ۹ گرام ہے۔

اس کے بعد نشان معین تک بوتل کو پانی سے بھر دو۔ اس بات کا خیال رہے کہ پانی کی سطح کے دیکھنے میں اختلاف منظر کی غلطی نہ ہونے پائے۔ اس غلطی سے بچنے کے لئے مشاہدہ کے وقت آنکھ کا مقام اور نشان معین اور پانی کی سطح ایک ہی سیدھ میں ہونی چاہئے۔ بوتل کو اسی طرح پانی سے بھر کر پھر تولو۔ (اگر بوتل اول قسم کی ہو تو پانی سے بھر کر ڈاٹ چڑھانے کے بعد

اس کی باہر کی سطح کو صافی سے تولنے کے قبل بالکل خشک کر لینا چاہئے (فرض کرو کہ یہ وزن ۹ گرام ہے۔

∴ بوتل کے اندر کے پانی کا وزن = ۹ - ۹ گرام
بوتل کو پانی سے خالی کر کے پھر خشک کر لو اور اب اس میں نشان معین تک وہ مائع داخل کرو جس کی کثافت اضافی مطلوب ہے۔

بوتل مع مائع کا وزن دریافت کرو۔ فرض کرو کہ یہ وزن ۹ گرام ہے اس لئے پانی کے مساوی الحجم مائع کا وزن = ۹ - ۹ گرام
متذکرہ بالا مشاہدوں کو حسب ذیل قلمبند کرو :-

(۱) خالی بوتل کا وزن	=	۹	گرام
(۲) بوتل مع پانی کا	=	۹	"
(۳) بوتل مع مائع کا	=	۹	"
∴ مائع کا وزن	=	۹ - ۹	"
مائع کے مساوی الحجم پانی کا	=	۹ - ۹	"
مائع کی کثافت اضافی	=	$\frac{۹}{۹}$	

ریزہ دار ٹھوس کی کثافت اضافی

کثافت اضافی کی بوتل سے اُن ٹھوس اجسام کی بھی کثافت اضافی دریافت کی جاسکتی ہے جو پانی میں حل نہ ہوتے ہوں اور پانی سے بھاری ہوں۔ مگر اس صورت میں ٹھوس کو ریزوں کی شکل میں ہونا چاہئے تاکہ وہ جسم آسانی سے بوتل میں داخل کیا جاسکے۔ ایسے ٹھوس کی مثالیں ریت یا چھوٹے چھوٹے چھڑے ہیں۔ اگر ٹھوس ریزہ کی شکل میں نہ ہو تو اس کو پہلے ریزہ ریزہ کر لینا چاہئے۔

اگر اشیاء پانی سے ہلکی ہوں یا اس میں حل ہو جائیں تو کثافت اضافی کے تعین میں پانی کی بجائے کوئی دوسرا مائع استعمال کیا جاسکتا ہے جس سے یہ اشیاء بھاری ہیں اور اس میں حل نہیں ہوتیں۔ مگر اس صورت میں جس مائع کو ہم استعمال کریں گے اُس کی کثافت اضافی مذکورہ بالا طریقہ سے دریافت کرنا ضروری ہے۔

ریت کی کثافت اضافی دریافت کرنے میں بوتل کو مائع کی طرح ریت سے صرف بھر دینا ہی کافی نہیں ہوگا۔ ایسا کرنے میں ہم صرف ریت کی کثافت اضافی دریافت نہیں کر رہے ہونگے بلکہ ریت اور ہوا کے آمیزہ کی۔ کیونکہ ریت کے ریزوں کے درمیان ہوا کی کثیر مقدار مقید رہتی ہے۔

تجربہ ۱۷۔ کثافت اضافی کی بوتل سے کسی ریزہ دار ٹھوس (مثلاً ریت) کی کثافت اضافی دریافت کرنا۔ پہلے خالی بوتل کو تول کو۔ فرض کرو کہ اس کا وزن ۱۰ گرام ہے۔ تقریباً تہائی بوتل کو ریت سے بھر دو (اس امر کا لحاظ رہے کہ ریت اور بوتل بالکل خشک ہوں)۔ بوتل مع ریت کا وزن دریافت کرو۔ فرض کرو کہ یہ وزن ۱۵ گرام ہے۔ اس لئے ریت کا وزن ۵ گرام ہوا۔

اب بوتل کے بقیہ حصہ کو پانی سے بھر دو۔ پانی بھرتے وقت بوتل کو خوب ہلاتے رہنا چاہئے تاکہ ہوا کے بلببلے جو ریت کے ذروں کے درمیان مقید ہوتے ہیں خارج ہو جائیں۔ اگر زیادہ محنت مقصود ہو تو بوتل کی گردن کو ربڑ کی نلی کے ذریعے ہوا پمپ سے ملا دینا چاہئے۔ جس سے ہوا خارج کی جاسکے۔ پانی کی سطح کو نشان معین تک لاؤ۔ بوتل مع پانی و ریت کے وزن کو دریافت کر لو۔ فرض کرو کہ یہ وزن ۲۰ گرام ہے۔ اس لئے پانی کا وزن ۵ گرام ہوگا۔ بوتل کو بالکل خالی کر دینے کے بعد پانی سے چھٹی طرح صاف

کرو۔ اب پھر نشان معین تک بوتل کو پانی سے بھر کر تول لو۔ فرض کرو کہ یہ وزن ۹ گرام ہے اس لئے پانی کا وزن جو نشان معین تک بوتل کو بھرنے کے لئے درکار ہے ۹۔ ۹ گرام ہوگا۔ پس ریت سے جس قدر جگہ گھری ہوئی ہے اُس کو بھرنے کے لئے پانی کی مقدار کا وزن (۹ - ۹) اور (۹ - ۹) کے فرق کے برابر ہوگا۔

$$\text{ریت کی کثافتِ اضافی} = \frac{\text{ریت کا وزن}}{\text{اُس کے مساوی حجم پانی کا وزن}}$$

$$= \frac{\text{ریت سے جس قدر جگہ گھری ہوئی ہے اُس کو بھرنے کے لئے پانی کی مقدار کا وزن}}{\text{ریت کا وزن}}$$

$$= \frac{9 - 9}{(9 - 9) - (9 - 9)}$$

متذکرہ بالا مشاہدوں کو حسبِ ذیل قلمبند کرو:-

- | | | |
|-----|---------------------------------------|------------------------------|
| (۱) | خالی بوتل کا وزن | = ۹ گرام |
| (۲) | بوتل مع ریت کا وزن | = ۹ |
| (۳) | بوتل مع ریت و پانی (ریت بوتل کے اندر) | = ۹ |
| (۴) | صرف پانی سے بھری ہوئی بوتل کا وزن | = ۹ |
| : | ریت کا وزن | = ۹ - ۹ گرام |
| : | اور ریت کے مساوی حجم پانی کا وزن | = (۹ - ۹) - (۹ - ۹) گرام = ۹ |
| : | کثافتِ اضافی | = $\frac{9}{9}$ |

۳۔ ماسکونی ترازو

دو مَس کرنے والے اجسام کی درمیانی قوتیں جب دو اجسام مَس کر رہے ہوں تو اُن میں قوتیں پیدا ہوتی ہیں

جن کو عمل اور ردِ عمل کہتے ہیں۔ نیوٹن کے تیسرے کلیہ حرکت کے مطابق یہ دونوں قوتیں مقدار میں مساوی مگر سمت میں متضاد ہوتی ہیں۔ اگر قوت دونوں جسموں کی مماسی سطح پر علی القوایم عمل کر رہی ہو تو اس قوت کو قوتِ اُچھال کہتے ہیں اور اس کی پیمائش ڈائنوں میں یا گرام وزنوں میں ہوتی ہے۔

حقیقتاً اجسام ایک محدود ہی رقبہ میں ایک دوسرے سے مس کرتے ہیں۔ اس صورت میں اجسام کے درمیان دباؤ ہونے کا ذکر اُس وقت کیا جاتا ہے جب کہ قوتیں مس کرنے والی پوری سطحوں پر عمل کر رہی ہوں۔

رقبے کے کسی چھوٹے ٹکڑے پر جو قوتِ اُچھال عمل کر رہی ہے اُس کو اگر اُسی رقبے کی اِکائیوں سے تقسیم کر دیا جائے تو جو نتیجہ حاصل ہوتا ہے وہ اُس چھوٹے رقبے کے اندر کے کسی نقطہ پر کا دباؤ کہلاتا ہے بشرطیکہ یہ فرض کر لیا جائے کہ قوتِ اُچھال اس چھوٹے ٹکڑے پر ہمواراً عمل کر رہی ہے۔ فرض کرو کہ ایک نقطہ اِکسی چھوٹے رقبے مَف س کے اندر واقع ہے اور اگر اس رقبہ پر مَف ق قوت ہمواراً عمل کر رہی ہو تو نقطہ اِ پر دباؤ = $\frac{مَف ق}{مَف}$

اگر رقبہ زیر بحث نہایت ہی چھوٹا لیا جائے تو دباؤ کی قیمت کسی نقطے پر اور بھی صحیح نکلیگی۔ اس صورت میں انتہا میں چل کر دباؤ = $\frac{مَف ق}{مَف}$

دباؤ کی پیمائش ”ڈائن فی مربع سمر“ میں کی جاتی ہے۔

اگر اجسام زیر بحث میں سے ایک سیال ہو اور دوسرا ٹھوس تو سیالی دباؤ کی وجہ سے ٹھوس پر جو حاصل قوت پیدا ہوتی ہے اُس کی تخمین مندرجہ ذیل اصول سے آسانی کے ساتھ کی جاسکتی ہے۔

حکیم ارشمیدس کا اصول

حکیم ارشمیدس کا اصول بالعموم الفاظ ذیل میں ادا کیا جاتا ہے :-
جب کوئی جسم کسی سیال میں ڈبو یا جاتا ہے تو اس کے وزن میں اتنی ہی ظاہری کمی واقع ہوتی ہے جتنا کہ ہٹائے ہوئے سیال کا وزن ہوتا ہے۔

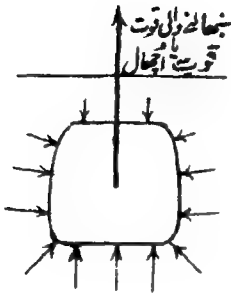
اسی اصول کو براہ راست اور آسانی سے یوں بھی بیان کر سکتے ہیں کہ جب کوئی جسم گلیٹھ یا جُزء کسی ساکن سیال میں داخل کیا جائے تو اس پر اوپر کی طرف ایک قوتِ اُچھال کی پیدا ہوتی ہے جس کی مقدار ہٹائے ہوئے سیال کے وزن کے برابر ہوتی ہے۔

اس اصول کو سیالی دباؤ کے نظریہ سے اخذ کر سکتے ہیں اور ایسا سادہ تجربہ بھی کیا جاسکتا ہے جس سے اس کی صحت کی تصدیق بھی ہو سکتی ہے۔

ساکن سیال کے کسی حصے کے تعادل پر اگر غور کیا جائے تو یہ ظاہر ہے کہ وہ حصہ اس پاس کے سیال سے سنبھلا ہوا ہے ورنہ اس کا وزن ضرور اس کو ڈبو دیتا۔ اور تعادل قائم کرنے کے لئے یہ بھی ضروری ہے کہ یہ سنبھالنے والی قوت متذکرہ بالا حصہ کے وزن کے مساوی ہو۔

اس پاس کے سیال کے وجود سے جو دباؤ پیدا ہوتے ہیں ان ہی سے حصہ متذکرہ بالا سنبھلا رہتا ہے۔ ان دباؤں کا اس حصے کے وزن کے مساوی ہے اور اوپر کی طرف عمل کرتا ہے (دباؤ کی سمتیں شکل ۲۲ میں دکھائی گئی ہیں)۔ اس سنبھالنے والی حامل قوت

کو "قوت اُچھال" کہتے ہیں۔

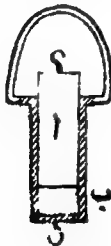


شکل ۱۱۱۔ ارشمیدس کا اصول

اب سیال کے زیرِ بحث جسے کو الگ کر لو اور اُس کی جگہ پر ٹھیک اسی شکل کا ایک ٹھوس تصور کر لو۔ اس صورت میں بھی اُس پاس کے سیال کے وجود سے اتنے ہی دباؤ پیدا ہونگے جتنے کہ پہلی صورت میں نمایاں ہوئے تھے۔ اس لئے ٹھوس بھی ایک ایسی حالت قوت سے سنبھلا رہیگا جس کی مقدار وہی ہوگی جو سیال کے زیرِ بحث جسے کو سنبھالے ہوئے تھی۔ اور یہ سنبھالنے والی قوت ہٹائے ہوئے سیال کے وزن کے مساوی ہے۔ اس لئے ٹھوس زیرِ بحث پر بھی ایک ایسی قوت اُچھال اوپر کی طرف پیدا ہو جائیگی جس کی مقدار ہٹائے ہوئے سیال کے وزن کے برابر ہوگی۔ اس کا نتیجہ یہ ہوگا کہ ٹھوس کے وزن میں اتنی ہی مقدار کی ظاہری کمی واقع ہوگی۔

تجربہ ۱۸۔ ارشمیدس کے اصول کی عملی

تصدیق۔ اس اصول کی صحت کی تصدیق کے لئے دو اُسطوانے لئے جاتے ہیں ایک بالکل ٹھوس اور دوسرا مجوف۔ مجوف حصہ ایسا ہوتا ہے کہ



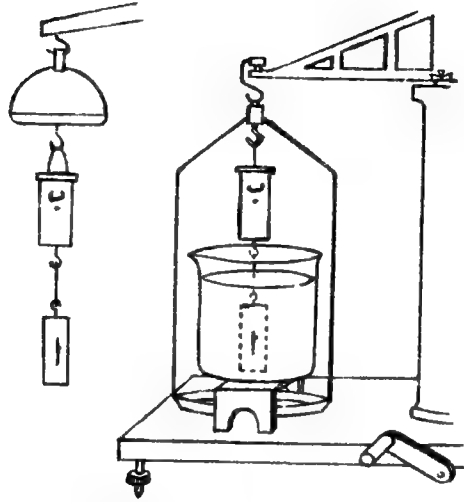
ٹھوس اُس میں ٹھیک ٹھیک سما جاتا ہے۔ اُسطوانے میں اس طرح سے ٹپک لگے

ہوتے ہیں کہ ٹھوس اُسطوانہ 'ب' مجوف اُسطوانہ کے نیچے لٹکایا جاسکے۔ شکل ۱۱۲ میں

ب کا ایک تراشی منظر دکھلایا گیا ہے جس میں اُکچھ باہر نکلا ہوا ہے۔

شکل ۱۱۲۔ مجوف اور ٹھوس اُسطوانہ

ب کو تراژو کی ڈنڈی کے ایک سرے سے لٹکاتے ہیں اور ا
اسطوانہ ب کے نیچے لٹکایا جاتا ہے۔ ماسکونی تراژوڈل میں ایک طرف کا
پلڑا عموماً اونچا ہوتا ہے اور اسی پر اسطوانے لٹکائے جاتے ہیں (شکل ۲۳)۔



شکل ۲۳ - ارشمیدس کے اصول کی عملی تصدیق

ا کو ب کے ساتھ دہانے سے اس طرح لٹکاتے ہیں کہ ا کی حرکت میں ب
کی وجہ سے رکاوٹ نہ ہو۔ دوسرے پلڑے پر باٹ رکھ کر تعادل قائم
کیا جاتا ہے۔ ایک پانی کا برتن ا کے نیچے اس طرح رکھا جاتا ہے کہ
ا کلیتہً پانی میں ڈوب جائے۔ ایسا کرنے سے تعادل ٹوٹ جاتا ہے۔ اور
اسطوانہ والا پلڑا اوپر اٹھ جاتا ہے یعنی ا کے وزن میں ظاہری کمی واقع
ہو جاتی ہے۔

اگر ب کو لباب پانی سے بھر دیا جائے تو تعادل پھر قائم ہو جاتا
ہے۔ اس سے یہ معلوم ہوگا کہ ا کے وزن میں جو کمی واقع ہوئی تھی
وہ ا کے مساوی الجھ پانی داخل کرنے سے پوری ہو گئی۔ یعنی جب ا
پانی میں ڈبو یا گیا تو اس کا وزن اپنے مساوی الجھ پانی کے وزن کے

برابر کم ہو گیا۔

ب سے پانی نکال لو۔ اور اوپر اٹھے ہوئے پڑے پر اُس وقت تک باٹ ڈالتے جاؤ جب تک کہ تعادل نہ قائم ہو جائے۔ ظاہر ہے کہ جو باٹ اب ڈالے گئے ہیں وہ اسطوانہ ب میں جتنا پانی تھا اُس کے وزن کے مساوی ہیں یا یوں کہئے کہ ا کے مساوی الجھ پانی کے وزن کے برابر ہیں۔

سارے تجربہ کو دہراؤ اور ہر تجربہ میں مختلف مائع مثلاً رُوع شرب، پیرافین کا تیل یا کوئی اور مناسب مائع استعمال کرو۔ اور اس بات کو بغور دیکھو کہ ہر حالت میں جب ا گلیٹ کسی مائع میں ڈبویا جاتا ہے تو تعادل قائم کرنے کے لئے ب کو اُسی مائع سے لبالب بھرنا ہوتا ہے جس سے ارشمیدس کے اصول کی تصدیق ہو جاتی ہے۔

یہ امر قابلِ لحاظ ہے کہ ہر مذکورہ بالا حالت میں وزن کی ظاہری کمی یکساں نہیں ہوتی۔ اور ایسا ضرور ہونا چاہئے کیونکہ اُچھال کی قوتیں مساوی جموں کے مختلف مائعوں کے وزنوں کے برابر ہیں۔ اگر ایک مائع پانی ہو تو کسی دوسرے مائع کی کثافتِ اضافی مندرجہ ذیل ضابطوں سے دریافت کر سکتے ہیں:-

$$\frac{\text{کسی حجم کے مائع کا وزن}}{\text{مساوی الجھ پانی کا وزن}} = \text{کثافتِ اضافی}$$

$$\frac{\text{مائع کی وجہ سے قوتِ اُچھال}}{\text{پانی کی وجہ سے قوتِ اُچھال}} =$$

ارشمیدس کے اصول کے اطلاقات

اصول ارشمیدس سے ٹھوس اور مائع کی کثافتِ اضافی دریافت کرنے کا ایک نہایت اہم طریقہ حاصل ہوتا ہے۔ جب ایک ٹھوس

کلیتہً کسی مائع کے اندر ڈبویا جاتا ہے تو اس جسم پر جو قوت اُچھال پیدا ہوتی ہے وہ اس کے مساوی الجھ مائع کے وزن کے برابر ہے۔ پس ٹھوس کے وزن کو اس کے اُچھال جو قوت اُچھال ہے اس سے مقابلہ کرنے سے ٹھوس اور مائع کی اضافی کثافتوں کا مقابلہ ہو سکتا ہے کیونکہ ٹھوس اور مائع کے حجم دونوں صورتوں میں ایک ہی ہیں۔ خصوصاً اگر ہم کلیتہً پانی میں ڈوبے ہوئے کسی معلوم وزن کے ٹھوس پر قوت اُچھال کی قیمت دریافت کر لیں تو ہم کو اس ٹھوس کے مساوی الجھ پانی کا وزن معلوم ہو جائیگا اور اس سے ہم اس ٹھوس کی کثافت اضافی اخذ کر لینگے۔

نچے ۱۹ — ارشیدس کے اصول سے
اضافی کثافتوں کی تعیین کسی ٹھوس یا مائع کی کثافت اضافی ماسکونی ترازو کی مدد سے دریافت ہو سکتی ہے۔

(۱) اس ٹھوس کی کثافت اضافی جو پانی میں حل نہ ہو سکے۔ ٹھوس کو باریک دھاگے یا تار کی مدد سے ماسکونی ترازو کے چھوٹے پلڑے سے یا اگر ترازو معمولی ہو تو پلڑے کے ہک سے لٹکاؤ۔ جب یہ جسم ہوا میں آزادانہ لٹک رہا ہو تو دوسرے پلڑے پر باٹ ڈال کر تعادل قائم کرو۔ اس کے بعد اس جسم کو بغیر ہک سے ہٹائے ہوئے کلیتہً پانی میں ڈباؤ۔ مگر اس بات کا لحاظ رہے کہ دھاگا حتی المقدور بھیکنے نہ پائے۔ پھر باٹوں کو بدل کر تعادل قائم کرو۔ اب کم وزن کے باٹوں کی ضرورت ہوگی۔ دونوں صورتوں میں باٹوں کا جو فرق ہوگا وہی قوت اُچھال ہوگا۔ یعنی یہ فرق جسم کے مساوی الجھ پانی کے وزن کے برابر ہے۔ اس لئے

جسم کا وزن ہوا میں

کثافت اضافی =

جسم کے وزن میں پانی میں ڈبونے سے ظاہر کی گئی
اگر معمولی ترازو سے ماسکونی ترازو یعنی جسم کا وزن پانی میں دریافت کرنے کا

کام لیا جائے تو جس پائے کے ٹک سے جسم زیر بحث لٹکایا جاتا ہے اُس طرف ایک چھوٹی چوکی (مگر کافی لمبی اور بلند) رکھی جاتی ہے تاکہ پلڑا اوپر نیچے بغیر کسی رکاوٹ کے حرکت کر سکے۔ اس چوکی پر پانی سے بھرا ہوا گلاس رکھا جاتا ہے اور جسم اس طرح سے اس میں ڈبویا جاتا ہے کہ وہ گلاس کے بازوؤں سے نہ ٹکرانے پائے۔ حاصل کلام یہ ہے کہ چوکی کے رکھنے سے ترازو کے عمل میں کسی قسم کی مزاحمت نہ ہو (شکل ۱۷۱)۔

(ب) کسی مائع کی کثافت اضافی کسی ٹھوس کو ہوا اور پانی میں وزن کرو جیسا کہ اوپر (ا) میں بیان ہو چکا ہے۔ اس کی مدد سے جسم کے مساوی الجھ پانی کا وزن دریافت ہو جائیگا۔ اس کے بعد اسی ٹھوس کو اس مائع میں وزن کرو جس کی کثافت اضافی مطلوب ہے اور اس طریقے سے مساوی الجھ مائع کا وزن دریافت کر لو اس لئے

$$\text{کثافت اضافی} = \frac{\text{جسم کے مساوی الجھ مائع کا وزن}}{\text{اسی جسم کے مساوی الجھ پانی کا وزن}}$$

(ج) اُس ٹھوس کی کثافت اضافی جو پانی میں حل ہو سکے۔

کوئی ایسا مائع لو جس میں ٹھوس زیر بحث حل نہ ہو سکے۔ اس مائع کی کثافت اضافی ایک ایسے ٹھوس مثلاً شیشہ وغیرہ کی مدد سے جو نہ اس مائع میں حل ہو سکے نہ پانی میں متذکرہ بالا (ب) طریقے سے دریافت کر لو۔ فرض کرو کہ یہ کثافت اضافی x ہے۔ اب ٹھوس زیر بحث کو ہوا میں بھی تول لو اور پھر اُس مائع میں بھی آخر الذکر دو تجربوں سے ٹھوس کے مساوی الجھ مائع کا وزن معلوم ہو جائیگا۔ اور اس وزن کو مائع کی کثافت اضافی یعنی x سے تقسیم کرنے سے ٹھوس کے مساوی الجھ پانی کا وزن دریافت ہو جائیگا۔ پس ٹھوس زیر بحث کی

$$\text{کثافت اضافی} = \frac{\text{ٹھوس کا وزن ہوا میں}}{\text{ٹھوس کے مساوی الجھ مائع کا وزن} \times x}$$

(د) ایک ایسے ٹھوس کی کثافت اضافی جو پانی

سے ہلکا ہو (مثلاً موم وغیرہ)۔ جسم کو ہوا میں تولو۔ چونکہ جسم پانی سے ہلکا ہے اس لئے یہ پانی پر تیرے گا۔ قوت اُجھال کی دریافت میں کسی بھاری دھات کے ایک ایسے ٹکڑے (لنگر) کی ضرورت ہوگی جو ساتھ لٹکانے سے اس جسم کو کلیتہً پانی میں ڈبو دے۔

اب متذکرہ بالا دھات کے ٹکڑے کا وزن پانی میں دریافت کرو۔ ان دونوں نتیجوں کا حاصل جمع ہلکے جسم کا وزن ہوا میں اور لنگر کا وزن پانی میں ظاہر کریگا۔ اب ہلکے جسم اور لنگر کو اس طرح ترتیب دو کہ دونوں کلیتہً پانی میں ڈوب جائیں۔ اب دونوں کا وزن پانی میں دریافت کرو۔ ان دونوں نتیجوں کا فرق جسم پر قوت اُجھال بتائیگا کیونکہ ہر دو صورتوں میں لنگر پانی ہی کے اندر تھا۔ اس ہلکے جسم کا وزن ہوا میں پہلے ہی دریافت کر لیا گیا ہے اس لئے

$$\text{کثافت اضافی} = \frac{\text{جسم کا وزن (ہوا میں)}}{\text{مذکورہ بالا فرق}}$$

مذکورہ ذیل مثال سے تجربہ کا طریق عمل اور مشاہدوں کا قلمبند کرنا واضح ہو جائیگا:-

۳۵۲۳۵ گرام =	موم کا وزن ہوا میں
۶۵۹۲۵ گرام =	پتیل کے لنگر کا وزن پانی میں
۱۰۵۱۶۰ گرام =	جمع کرنے سے موم کا وزن ہوا میں اور لنگر کا پانی میں
۶۵۳۱۰ گرام =	موم اور لنگر کا وزن پانی میں
۱۰۵۱۶۰ - ۶۵۳۱۰ گرام =	موم پر قوت اُجھال (پانی میں)
۳۵۸۵۰ گرام =	
۳۵۸۵۰ گرام =	یعنی موم کے مساوی الحجم پانی کا وزن

$$\therefore \text{سوم کی کثافت اضافی} = \frac{\text{سوم کا وزن ہوا میں}}{\text{اُس کے مساوی الحجم پانی کا وزن}}$$

$$= \frac{35235}{35850}$$

$$= 0.9829$$

ارشییدس کے اصول کا اطلاق دوسری عملی تعینوں پر بھی آسانی سے ہو سکتا ہے جن کی چند خاص مثالیں ذیل میں دی جاتی ہیں: —
تجی بسہ سنٹ — ماسکونی ترازو کی مدد سے جموں کی تعین — جسم کو باریک دھاگا یا تار کے ذریعے سے ترازو کی ڈنڈی کے ایک سرے سے لٹکاؤ اور ہوا میں اُس کا وزن دریا کر۔ فرض کرو کہ یہ وزن ۹ ہے۔
پھر اسی جسم کا وزن پانی میں دریافت کرو۔ فرض کرو کہ یہ وزن ۹ ہے۔

ان دونوں وزنوں ۹ اور ۹ کا درمیانی فرق جسم پر کی قوت اُچھال کے برابر ہے۔ ارشییدس کے اصول کے رُو سے یہ قوت اُچھال جسم کے مساوی الحجم پانی کے وزن کے برابر ہے۔ یہ معلوم ہے کہ ۹ - ۹ = ح ث
جہاں ح = حجم اور ث = کثافت یعنی کیت فی اکائی حجم
 $\therefore \text{ح} = \frac{\text{ث}}{9-9}$

میٹری (س - گ - ث) نظام میں ایک کمعب سمر پانی کی کیت ایک گرام ہے اس لئے ث = ا اور ح = (۹ - ۹)
کمعب سمر۔ اس تجربہ میں اگر بجائے پانی کے کوئی دوسرا مایع استعمال کیا جائے جس کی کثافت معلوم ہو تو حجم مذکورہ بالا مساوات سے اتنی ہی آسانی سے دریافت ہو سکتا ہے جیسا کہ پہلی صورت میں

$$\text{کیونکہ } \frac{1}{2} = \frac{1}{2} - \frac{1}{2}$$

تجربہ ۲۱ — کسی تختی کی موٹائی دریافت کرنا۔
اگر کوئی جسم ایک چھٹی تختی کی شکل میں ہو اور اس کا رقبہ دس ہو اور
اوسط موٹائی ۱۲ ہو تو

$$\frac{1}{2} = \text{سر ت}$$

$$\frac{1}{2} = \text{ت}$$

تختی کا وزن ہوا اور پانی میں جدا جدا دریافت کرو اور ان تجربوں
سے حجم کی قیمت اخذ کرو۔

اگر تختی مستطیل شکل کی ہو تو اس کے طول اور عرض کو ناپ کر اس کے
ایک رخ کا رقبہ دریافت کر لو۔ حجم کو اس رقبے سے تقسیم کرنے سے
موٹائی معلوم ہو جائیگی۔

تختی کی موٹائی پیمدار خردہ پیمائی کی مدد سے دریافت کرو اور اس
نتیجے کو اگلے نتیجے سے مقابلہ کرو۔ دیکھو کہ نتیجوں میں مطابقت ہے یا نہیں۔
یہ ممکن ہے کہ تختی ہر جگہ یکساں موٹی نہ ہو اس لئے خردہ پیمائی کی مدد سے
مختلف مقاموں کی موٹائی دریافت کرنا چاہئے۔ مختلف قیمتیں جو حاصل
ہوں گیں ان کا اوسط تختی کی اوسط موٹائی ہوگی۔

تجربہ ۲۲ — کسی تار کا قطر دریافت کرنا۔
اگر اوسط قطری ہو تو تار کی تراش عمودی کا رقبہ $\frac{1}{4} \pi \frac{1}{4}$ کے مساوی
ہوگا۔ فرض کرو کہ تار کا طول l ہے

$$\text{حجم (ح)} = \frac{1}{4} \pi \frac{1}{4} \times l$$

$$\frac{1}{4} \pi \frac{1}{4} = \text{ق}$$

$$\frac{1}{4} \pi \frac{1}{4} = \text{ق}$$

ل طول کے تار کا وزن پانی اور ہوا میں جدا جدا دریافت کرو۔
 ان تجربوں سے ح کی قیمت اخذ ہو سکتی ہے۔
 ل اور ح کی قیمتیں جب معلوم ہو جائیں گی تو ح کی قیمت مذکورہ
 باننا مضابطہ سے نکل آئے گی۔ جو قیمت حاصل ہو اُس کی تصدیق پیچیدار
 خرودہ پیم کے ذریعے سے کرلو۔
 تجربہ ۲۳ — کسی اُلجھے ہوئے تار کا طول
 دریافت کرنا۔ تار کے وزن کو ہوا اور پانی میں دریافت کرو اور
 نتیجوں سے ح کی قیمت نکالو۔ پھر خرودہ پیم سے تار کے قطر کی پیمائش
 کرلو۔ پس طول دریافت ہو جائیگا۔

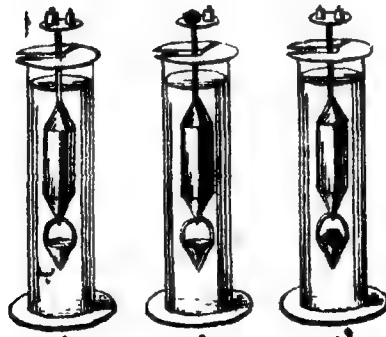
۴۔ مالع پیم

مالع پیم ایک ایسا آلہ ہے جس کی مدد سے کسی مالع کی کثافت اضافی
 تیرانے کے عمل سے دریافت کی جاتی ہے۔ یہ ایک انتصابی سلخ پر مشتمل
 ہے جس کے ایک سرے میں ایک بوجھل جوڑ لگا رہتا ہے۔ جوڑ کو جھیل
 بنانے کا مقصد یہ ہے کہ آلہ کسی مالع میں انتصاباً قائم رہے اور سلخ کا
 کوئی مناسب حصہ مالع میں ڈوبا رہے۔ جب آلے کو مناسب کثافت
 کے کسی مالع میں رکھا جاتا ہے تو وہ اس طریقہ سے تیرتا ہے کہ سلخ کا کچھ
 حصہ مالع کی سطح کے باہر نکلا رہتا ہے۔ تعادل کی اس صورت میں آلہ کا
 وزن ہٹائے ہوئے مالع کے وزن کے مساوی ہے۔ سلخ کی درجہ بندی
 اس طریقہ سے ہوتی ہے کہ وہ مالع کی کثافت اضافی براہ راست بتا دے۔
 کسی مالع کی کثافت اضافی فوراً دریافت کرنے کے لئے یہ بہت
 ہی آسان طریقہ ہے۔ بشرطیکہ نتائج کی تقریبی قیمت مطلوب ہو۔ اس عمل میں
 سطح تناؤ کا اثر بھی ہوتا ہے اس لئے صحیح نتائج نکالنے کے لئے بہت احتیاط
 برتنے کی ضرورت ہے حتی الامکان سطحی تناؤ کے اثر کو زائل کرنے کی کوشش

کرنی چاہئے۔

نکلسن مائع پیم

نکلسن مائع پیم۔ اس آلے میں دھات کا ایک ایسا کھوکھلا
اسطوانہ ہوتا ہے جو مائع میں تیر سکے۔ اس کے دونوں سرے عموماً مخروطی
ہوتے ہیں۔ اوپر کی طرف اس میں ایک ایسی سلخ لگی رہتی ہے جس کے
اوپر کے سرے میں ایک چھوٹا پلڑا ہے اور اسطوانے کے پچھلے سرے
پر ایک چھوٹی مخروطی شکل کی پیالی (ب) لگی ہوتی ہے۔ یہ پیالی عموماً
سیسے سے جو جمل کر دی جاتی ہے تاکہ آلہ مائع میں انتصاباً تیرتا رہے۔ اور
آلہ کا اوپر والا مخروطی حصہ کچھ مائع سے باہر نکلا رہے۔ پیالی کے اوپر بعض
اوقات ایک چھلنی دار ڈھکن لگا دیا جاتا ہے تاکہ پیالی کو جب چاہیں
اس سے ڈھک دیں (شکل ۱)۔ سلخ پر ایک نشان کھود دیا جاتا



شکل ۱۔ نکلسن مائع پیم

ہے تاکہ آلہ ہر تجربہ میں اسی نشان تک ڈوبیا جاسکے۔

تجربہ ۲۲۔ نکلسن مائع پیماس کی مدد سے کسی ٹھوس کی کثافت اضافی کی تعیین — آلے کو پانی میں تیراؤ اور ا پلڑے پر باٹ رکھتے جاؤ جب تک کہ آدھ نشان ن تک ڈوب نہ جائے۔ جس برتن میں پانی ڈال کر مائع پیماس ڈبویا جاتا ہے اُس کے مُنڈ کو ایک ایسے دھات کے پترے سے ڈھک دینا بہتر ہوگا جس میں ایک شکاف بنا ہوا ہو۔ شکاف کی وسعت اتنی ہونی چاہئے کہ آلے کی سطح بالکل آزادانہ اُپر نیچے حرکت کر سکے۔ اس انتظام سے آدھ پانی میں کلیڈ ڈوبنے سے محفوظ رہتا ہے اور پلڑا اور باٹ بھی نہیں بھگنے پائے (صفحہ ۲۲ میں باٹوں کے استعمال کے وقت احتیاط برتنے کی ہدایتیں دیکھو)۔

اس انتظام سے آدھ برتن کی دیواروں سے بھی نہیں ٹکرا سکتا۔ فرض کرو کہ آدھ کو نشان معین تک ڈوبنے کے لئے ۹ وزن کی ضرورت ہے۔ باٹوں کو ہٹا کر جس ٹھوس کی کثافت اضافی مطلوب ہے اُس کو پلڑے ا پر رکھو۔ اب آلے کو نشان معین تک ڈوبنے کے لئے آدھ باٹوں کی ضرورت ہوگی۔ فرض کرو کہ یہ وزن ۹ ہے۔ اس لئے ٹھوس کا وزن ہوا میں ۹ - ۹ کے مساوی ہے۔

باٹوں کو پھر اُتار لو اور جسم کو پلڑے ا سے ہٹا کر پیالی ب میں رکھو (جو پانی کے اندر ہے)۔ اب آلے کو نشان معین تک ڈوبنے کے لئے فرض کرو کہ ۹ باٹوں کی ضرورت ہوئی۔

اب دو صورتوں میں وزن میں جو کچھ فرق ہوگا وہ اس وجہ سے ہوگا کہ ایک صورت میں جسم ہوا میں ہے اور دوسری صورت میں پانی میں۔ یہ فرق جسم پر پانی کی قوت اُچھال کی وجہ سے پیدا ہوا۔

یعنی ۹ - ۹ = قوت اُچھال
= جسم کے مساوی الجھم پانی کا وزن

$$\frac{9 - 9}{9 - 9} = \frac{\text{ہوا میں وزن}}{\text{مساوی الجھم پانی کا وزن}} = \text{اس لئے کثافت اضافی}$$

طریق مندرجہ بالا سے دو جسموں کی الگ الگ کثافت اضافی دریافت کرو۔ ان میں سے ایک پانی سے بھاری لو اور دوسرا پانی سے ہلکا۔ موزن لاکر حالت میں (یعنی جسم جب کہ پانی سے ہلکا ہو) اگر پیالی میں ڈھکن نہ ہو تو جسم کو پیالی کے ساتھ باندھنا پڑیگا۔ ورنہ یہ جسم ہلکا ہونے کی وجہ سے پانی کی سطح پر چلا آئےگا۔

ان تمام تجربوں میں اس بات کی احتیاط رہے کہ پانی کے اندر ہوا کے بلبلے آلے میں کہیں پر بھی نہ رہتے پائیں۔

نیکلسن مایع پیم سے کثافت اضافی کی تعینوں میں اتنی صحت حاصل نہیں ہوتی جتنی کہ ان طریقوں سے جن کا بیان گزشتہ دفعوں میں کیا گیا ہے۔ کیونکہ مایع پیم کی سلخ کے اس حصے پر جہاں وہ پانی کی سطح سے باہر نکلتی ہے سطحی تناؤ کے عمل کی وجہ سے بہت زیادہ غلطیاں ہو سکتی ہیں۔ اس عمل میں تخفیف کرنے کے لئے سلخ حتی الامکان باریک ہونی چاہئے۔

تجربہ ۲۵۔ نیکلسن مایع پیم کی مدد سے کسی مایع کی اضافی کثافت کی تعین — آلے کو پانی میں تیرنے دو اور پڑے ہر وزن رکھ کر آلے کو نشان معین تک ڈباؤ۔ فرض کرو کہ یہ وزن ۹ ہے۔

آلے کو پانی سے نکال کر خشک کر لو اور اس مایع میں تیراؤ جس کی کثافت اضافی مطلوب ہے۔ حسب دستور پڑے ہر باٹوں کو رکھ کر آلے کو نشان معین تک ڈباؤ فرض کرو کہ یہ وزن ۹ ہے۔

اب مایع پیم کو تول لو۔ فرض کرو کہ اس کا وزن ۹ ہے۔ ۹ + ۹ اتنے پانی کا وزن ہے جو نشان معین تک مایع پیم کو ڈبونے میں ہٹا۔ اور ۹ + ۹ اتنے ہی مایع کا وزن ہے جس کو مایع پیم نے اسی نشان تک ڈوبنے میں ہٹایا۔ مگر ہر حالت میں ہٹائے ہوئے حجم ایک ہی ہیں اس لئے مایع کی کثافت اضافی = $\frac{9+9}{9+9}$

تنبیہ :- مائع زیرِ بحث ایسا نہ ہو کہ آلے برکیسائی عمل کرے۔

۵۔ مابعات کی اضافی کثافتوں کا مقابلہ

مساوی وباؤ ڈالنے والے اسطوانوں کی بلندیوں سے

مائع کے کسی استوانہ سے جو دباؤ پڑتا ہے وہ برتن کی شکل پر منحصر نہیں ہے بلکہ کلیتہً مائع کی انتصابی بلندی اور کثافت پر۔ بشرطیکہ سطحی تناؤ کی وجہ سے جو اثر پیدا ہو اس کو نظر انداز کر دیا جائے۔ فرض کرو کہ مائع کے استوانہ کی بلندی گ سمر ہے اور کثافت (مطلق) ڈ گرام فی مکعب سمر، تو دباؤ = گ ڈ گ ڈائین فی مربع سمر۔ اگرچہ = اسراع بوجہ جاذبہ زمین (مطلق اکائیوں میں)۔ پس اگر دو مختلف مابعات کے استوانوں کی بلندیاں مساوی دباؤ ڈالیں تو ان کی بلندیوں اور کثافتوں کا باہمی رشتہ حسبِ ذیل ہوگا:-

گ ڈ = گ ڈ
گ اور گ مابعات کی بلندیاں ہیں اور ڈ، ڈ، ان کی بالترتیب کثافتیں ہیں۔

$$\frac{g}{g_m} = \frac{D}{D_m}$$

ان میں اگر پانی دوسرا مائع ہو تو ان کی کثافتوں کی جو نسبت ہوگی وہ مائع اول کی کثافتِ اضافی ہوگی کیونکہ اس صورت میں شش مساوی ہے ایک کے۔

یعنی اس مائع کی کثافتِ اضافی = $\frac{g}{g_m}$

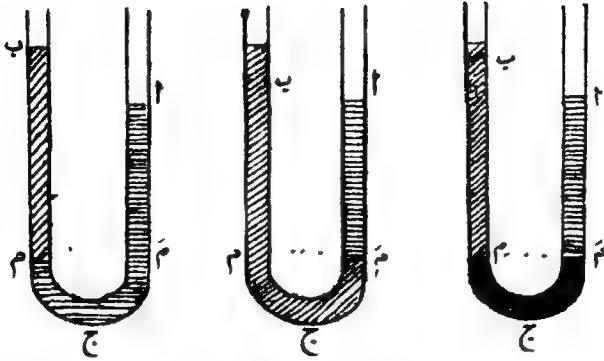
یہاں گ مائع کے اُستوانے کی وہ بلندی ہے جو اتنا ہی دباؤ ڈالتا ہے جتنا کہ گ مائع بلندی کا پانی۔ متذکرہ بالا مضابطہ کی مدد سے کسی مائع کی حسب ذیل طریقے سے کثافتِ اضافی دریافت ہو سکتی ہے۔

نچر بسہ ۲۶۔ — کسی مائع کی کثافتِ اضافی کی تعیین لانا نامی سے — اگر دو مایعات آپس میں مخلوط نہ ہو سکیں تو ان کی اضافی کثافتوں کا مقابلہ حسب ذیل طریقے سے ہو سکتا ہے۔

ایک لانا نامی لوجس کی ساقیں ایک دوسری کے متوازی ہوں۔ کثافتِ اضافی معلوم کرنے کے لئے لانا نامی میں اس بات کی گنجائش ہونی چاہئے کہ وہ انتصابی سمت میں کھڑی ہو سکے۔ اس کے لئے بہترین تدبیر یہ ہے کہ نامی ایک انتصابی سمت کے متوازی ٹیکن کے ساتھ لگا دی جائے۔

ٹیکن کے ساتھ پیمانہ بھی ہو تو بلندیوں کو معلوم کرنے میں آسانی ہو جاتی ہے۔ لانا نامی میں وہ مائع ڈال دو جس کی کثافتِ اضافی مطلوب ہے۔ اس وقت اس مائع کی دونوں آزاد سطحوں پر کرفہ ہوائی کا دباؤ ہوگا اس لئے اس کی دونوں ساقوں کی بلندیوں میں کچھ فرق نہ ہوگا۔ اب ایک ساق میں کچھ پانی ڈال دو۔ اس وقت دوسری ساق میں مائع کی سطح پر صرف کرفہ ہوائی کا دباؤ ہے اور پہلی ساق میں کرفہ ہوائی کے دباؤ کے ساتھ پانی کے اُستوانے کا دباؤ بھی شامل ہے۔ اس لئے تعامل قائم رکھنے کے لئے مائع دوسری ساق میں اُدھر کو چڑھ جائیگا۔ اور دونوں سطحوں کی بلندیاں اس طرح قائم ہو جائیں گی کہ لانا نامی کے سب سے نیچے نقطہ ج پر دونوں ساقوں کے مایعات کی وجہ سے جو دباؤ ہے وہ مساوی ہو جائے۔

اس کی حسب ذیل تشریح بھی ہو سکتی ہے۔ فرض کرو کہ م ایک نقطہ اس افقی سطح میں واقع ہے جہاں مائع اور پانی ملتے ہیں اور م ایک دوسرا نقطہ اسی سطح میں لانا نامی کی دوسری ساق میں واقع ہے۔ دونوں ساقوں میں بلندیاں اس طرح سے قائم ہو گئی کہ نقطہ م اور م پر دباؤ مساوی ہو گئے (شکل ۲۶)۔



مائع پانی سے بھری ہو

مائع پانی سے بھرا ہو

مائع اور پانی مخلوط ہو جائیں

شکل ۲۶۔

فرض کرو کہ ساقوں کی آزاد سطحیں ا اور ب ہیں اس لیے
 م پر دباؤ = گروہ ہوائی کا دباؤ + م بلندی کے مائع کا دباؤ۔
 م پر دباؤ = گروہ ہوائی کا دباؤ + ب م بلندی کے پانی کا دباؤ۔
 چونکہ م پر کا دباؤ = م پر کے دباؤ کے
 ∴ ا م بلندی کے مائع کا دباؤ = ب م بلندی کے پانی کا دباؤ
 ا م = ب م
 اور ب م = گ م
 ∴ گ ب ج = گ ب ج جہاں ج = پانی کی کثافت
 ج = مائع کی کثافت

$$\frac{\rho_{\text{water}}}{\rho_{\text{liquid}}} = \frac{h_{\text{liquid}}}{h_{\text{water}}}$$

اگر مائع پانی کے ساتھ مخلوط ہو جائے تو پانی اور اس مائع کے درمیان
 کوئی دوسرا مائع مائل کرنا چاہئے جو نہ پانی میں مخلوط ہو اور نہ اُس
 مائع میں۔ اس حالت میں ہر ایک ساق میں جو مایعات ہوں گے

اُن کی مقدار اتنی ہونی چاہئے کہ دونوں سطحوں میں مائل ہونے والے مائع کی سطح ایک ہی ہو۔ مایعات کی بلندیاں مائل شدہ مائع کی سطحوں سے پالی جاتی ہیں اگر یہ بلندیاں گہ اور گہ ہوں تو

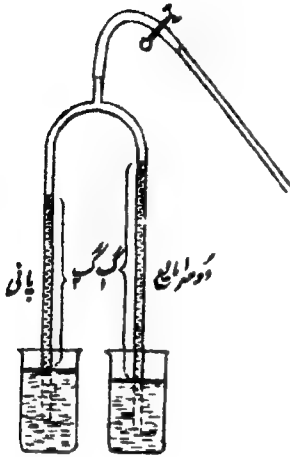
$$\text{کثافت اضافی} = \frac{\text{ث}}{\text{ث}} = \frac{\text{گ}}{\text{گ}}$$

لانٹائی کے ذریعے اضافی کثافتوں کی تعین میں مندرجہ ذیل چند نقائص پائے جاتے ہیں :-

اگر صحت مقصود ہو تو مائل شدہ مائع کی سطحوں کو برابر کرنے میں اتنی ناکی ضرورت ہوگی۔ چونکہ اتنی نا بہر حال نلی کے باہر رکھا جائیگا اس لئے جو صحت حاصل ہوگی وہ بہت زیادہ نہیں ہوگی۔ اگر مائل شدہ مائع پارا ہو تو اُس کی سطح کی درستی میں ذری سہی غلطی اگر رہ جائے تو نتیجہ میں بہت زیادہ غلطی ہوگی۔ کیونکہ پارے کی کثافت زیادہ ہے اس کے علاوہ ایک اور غلطی شہریت کی وجہ سے بھی ہونا ممکن ہے۔ مائل شدہ مائع (پارا) کی دونوں سطحوں پر جدا گانہ سطحی تناؤ کا عمل ہوگا کیونکہ دو مختلف نوع کے مائع ان دونوں سطحوں پر پارے سے ملتے ہیں مندرجہ بالا نقائص کا تدارک کلیتہً ایک سادہ آلے کے استعمال سے ہو سکتا ہے اس کا نام ہیڈروکائیڈ ہے جس کی تشریح ذیل کے تجربہ میں کی جاتی ہے۔

تجربہ نمبر ۲۷ — کسی مائع کی کثافت اضافی ہیڈروکائیڈ کے ذریعے دریافت کرنا۔

اس آلے میں لانٹائی الٹی رکھی جاتی ہے۔ نلی کا ایک کھلا سر پانی میں اور دوسرا سر اُس مائع میں رکھا جاتا ہے جس کی کثافت اضافی مطلوب ہے۔ نلی کے درمیانی حصے میں جہاں وہ خمیدہ ہے ایک اور نلی لگی ہے جس کے ذریعے کچھ ہوا لانٹائی سے خارج کی جاسکتی ہے۔ اس عمل سے دونوں سطحوں میں مایعات چڑھیں گے۔ (شکل نمبر ۱)۔ اور نلی کے اندر والے مایعات کی دونوں سطحوں پر جو ہوا رہ گئی ہے اُس کا



دباؤ یکساں ہوگا۔ اور نلی کے باہر والے مایعات کرؤ ہوائی کے دباؤ کے تحت میں ہونگے۔

فرض کرو نلی میں ہوا کا دباؤ h ہے اور کرؤ ہوائی کا دباؤ نلی کے باہر آزاد سطحوں پر h ہے پانی کی بلندی g اور مائع کی بلندی g ہو تو تعادل قائم کرنے کے لئے

$$h + g = h + g$$

$$g = g$$

$$\frac{g}{g} = \frac{g}{g}$$

شکل ۲ - ہیڈ کا آلہ

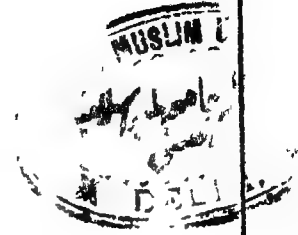
= کثافت اضافی

مایعات کی بلندیوں کی پیمائش نلی کے باہر کی آزاد سطحوں سے ہونی چاہئے۔ نلی کے اندر سے ہوا خارج کر کے مختلف دباؤ پیدا کر دباؤ کے تحت میں مایعات کی بلندیوں کی پیمائش کرو یہ معلوم ہوگا کہ سب حالت میں مستقل ہے۔ مشاہدوں کو ایک جدول میں حسب ذیل طریقے سے لکھو۔

دباؤ	پانی کی بلندی g	مائع کی بلندی g	کثافت اضافی $\frac{g}{g}$
۱			
۲			
۳			

اوسط =

فصل پنجم



سکونیات

۱۔ سمتیوں کی ترکیب

طبیعیاتی کمیتیں دو جماعتوں میں تقسیم کی جاسکتی ہیں :-

(۱) میزانی (۲) سمتی
 سمتی کمیت وہ کمیت ہے جس میں سمت اور مقدار دونوں ہوتے ہیں مگر میزانی کمیت میں صرف مقدار ہوتی ہے۔ مثلاً رفتار، اسراع، قوت، وغیرہ سمتی کمیتیں ہیں اور وقت، رقبہ، کمیت مادہ، وغیرہ میزانی کمیتیں ہیں۔ سمتی کمیت کی تعبیر کسی خاص طول کے اور خاص سمت میں کیجئے ہوئے خط مستقیم سے ہو سکتی ہے۔ ایک ہی قسم کی دو میزانی کمیتیں معمولی جمع کے قاعدہ سے آپس میں جمع کی جاسکتی ہیں۔ مگر ایک ہی قسم کی دو سمتی کمیتیں بالعموم اس طریقہ سے جمع نہیں کی جاسکتیں بلکہ متوازی الاضلاع کے کلیہ سے ان کا حاصل دریافت کیا جاتا ہے۔ دو سمتی کمیتوں کے حاصل سے ایک وہ واحد کمیت مراد ہے جس سے وہی نتیجہ مرتب ہو سکتا ہے جو ان دونوں سمتیوں سے۔

سمتیوں کے متوازی الاضلاع کا اصول حسب ذیل ہے :-
 اگر دو سمتیاں مقدار اور سمت کے اعتبار سے
 کسی متوازی الاضلاع کے دو متصل ضلعوں سے تعبیر
 کی جائیں تو ان دو سمتیوں کا حاصل مقدار اور سمت کے
 اعتبار سے متوازی الاضلاع مذکور کے اُس وتر سے تعبیر
 کیا جاتا ہے جو مذکورہ بالا ضلعوں کے نقطہ تقاطع میں
 سے گزرے۔ اس اصول کا اطلاق کل سمتیوں پر ہوتا ہے مثلاً
 نقل مکان، رفتار، اسراع، قوت وغیرہ۔

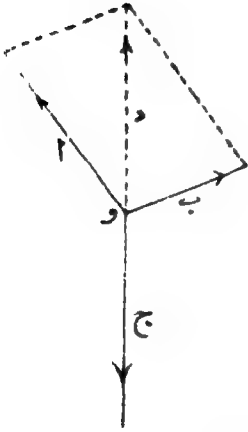
ذیل کے بیانات میں ”قوت“ کا لفظ عموماً استعمال کیا جائیگا
 مگر اس بات کا خیال رہے کہ جو قاعدہ قوت کے لئے استعمال کیا
 جائیگا وہ دوسری سمتیوں مثلاً نقل مکان یا رفتار وغیرہ پر بھی
 حاوی ہوگا۔

قوتوں کا یہ حال ہے کہ اگر کسی جسم پر عمل کرنیوالی قوت
 توازن میں نہ ہو تو وہ قوت جسم مذکور میں حرکت پیدا کریگی۔ لہذا
 ہم کو ایک ایسا سادہ طریقہ دستیاب ہے جس سے یہ معلوم
 ہو سکتا ہے کہ قوتیں جو کسی جسم پر عمل کرتی ہیں وہ متوازی
 ہیں یا نہیں۔ اگر جسم جس پر قوتیں عمل کر رہی ہیں ساکن رہے تو
 وہ قوتیں ایک متوازن نظام پیدا کرتی ہیں۔ اب ہم ذیل کا دعویٰ
 بیان کر سکتے ہیں :-

اگر کوئی جسم دو ایسی قوتوں کے زیر عمل ہو جو
 آپس میں مساوی اور متضاد ہیں تو جسم مذکور تعادل میں
 ہوگا۔

فرض کرو کہ ایک چھوٹے جسم پر جو نقطہ واقع
 ہے تین قوتیں عمل کر رہی ہیں اور ان قوتوں کے متفقہ اثر سے
 جسم مذکور ساکن ہے (شکل ۲۸)۔

ان تینوں قوتوں کی تعبیر ایسے خطوط سے کرو جو نقطہ
و سے قوتوں کی سمتوں میں کھینچے گئے ہوں اور ان کے طول
بالترتیب قوتوں کی مقداروں کے متناسب ہوں۔ فرض کرو کہ



شکل ۱۵۲ - تین متبادل قوتیں

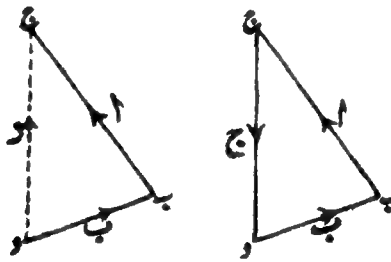
ا، ب، ج، یہ خطوط ہیں۔ مذکور بالا
دعویٰ کے مطابق اگر ہم ا اور ب کو
ٹھادیں اور اس کے بجائے ایک ایسی
واحد قوت د (جو شکل میں نقطہ وار
خط سے دکھائی گئی ہے) لگا دیں جو
ج کے مساوی مگر متضاد سمت میں
ہو تو جسم و ساکن رہیگا۔ اس کے معنی
یہ ہیں کہ ا اور ب دونوں مل کر ایک
ایسی قوت د کے مائل ہیں جو ج کے
مساوی و متضاد ہے۔ فرضی قوت
د قوتوں ا اور ب کا حاصل ہے۔

جب قوتیں ا اور ب بھی عمل کر رہی ہوں تو و کو ساکن رکھنے
والی قوت ج ہے۔ اس قوت ج کو ا اور ب کا متعادل
کہتے ہیں۔

لہذا یہ ظاہر ہے کہ متعادل اور حاصل دونوں مقدار
کے اعتبار سے آپس میں برابر ہیں مگر سمت عمل کے لحاظ سے متضاد۔
قوتوں کے متوازی الاضلاع کے اصول ثابت کرنے
کا طریقہ — قوتوں کے متوازی الاضلاع کا اصول یہ ہے کہ
اگر کوئی ایسا متوازی الاضلاع کھینچا جاسکے جس کے دو متصل
ضلعے ا اور ب دو قوتوں کو تعبیر کریں تو مقدار اور سمت کے
لحاظ سے ان دونوں قوتوں کے حاصل کی تعبیر متوازی الاضلاع
مذکور کے اُس وتر سے ہوگی جو نقطہ و سے کھینچا جائے۔

اگر مذکور بالا وتر ۲ اور ب کے حاصل کو تعبیر کرے تو اس کو اس خط کے مساوی اور متضاد ہونا چاہئے جو ج کو تعبیر کرتا ہے کیونکہ قوتیں ۵ اور ج ایک دوسرے کے مساوی اور متضاد ہیں۔ لہذا اگر یہ معلوم ہو جائے کہ اس متوازی الاضلاع کا وتر قوت ج کو تعبیر کرنے والے خط کے برابر اور متضاد ہے تو قوتوں کے متوازی الاضلاع کا اصول ثابت ہو جائیگا۔

قوتوں کے مثلث کے اصول کو ثابت کرنے کا طریقہ — حاصل ۵ کی مقدار دریافت کرنے کے لئے یہ ضروری نہیں ہے کہ متوازی الاضلاع پورا کھینچا جائے۔ اگر ہم ب کو لحاظ مقدار و سمت خط و ب سے تعبیر کریں اور نقطہ ب سے ا کے متوازی اور متناسب طول کا خط ب ج کھینچیں تو نصف متوازی الاضلاع تیار ہو جائیگا۔ نقاط و اور ج کے ملانے سے متوازی الاضلاع



شکل ۱۹۔ قوتوں کا مثلث

کا وتر حاصل ہوتا ہے اور یہ وتر شکل کی تکمیل کے بغیر قوت د کی تعبیر کرتا ہے اور اس طرح ایک مثلث کے ذریعہ سے مطلوبہ حاصل قوت دریافت ہو سکتا ہے۔

قوتوں کے مثلث کا اصول بالعموم حسبِ ذیل بیان کیا جاتا ہے:۔

اگر تین قوتیں جن کی مقداریں کسی مثلث کے ضلعوں کے طویل کے متناسب اور جن کے عمل کی سمتیں بالترتیب ان ضلعوں کے متوازی ہوں کسی جسم پر عمل کریں تو وہ جسم ان کے زیر عمل ساکن رہیگا بشرطیکہ ان کی سمت کے ظاہر کرنے والے پیکان مثلث کے گرد ایک ہی رُخ میں ہوں۔

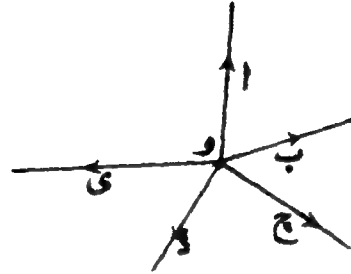
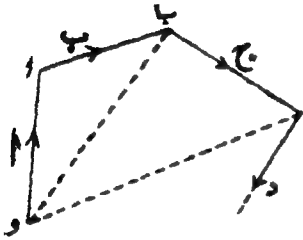
شکل ۲۹۔ میں مثلث و ب ج پر غور کرو۔ ضلع ب ج قوت ۱ کی سمت عمل کو ظاہر کرنے والے پیکان کا مثلث کے گرد جانے کا رُخ وہی ہے جو قوت ب کی سمت عمل ظاہر کرتا ہے۔ پیکان کا ہے۔ حامل قوت کی تعبیر اس خط سے ہوتی ہے جس سے مثلث کا متحمل ہو جاتا ہے اور اس خط میں پیکان کا رُخ مثلث کے گرد جانے والے مذکورہ بالا پیکان کے رُخ کے متضاد ہے۔

اب وہی خط و ج قوتوں ۱ اور ب کے ماحصل کو تعبیر کرتا ہے۔ اگر اس کے پیکان کی سمت نقطہ و کی طرف ہو تو خط ہذا قوت ج کو تعبیر کریگا۔ ان تینوں قوتوں ۱، ب، ج کے زیر عمل جسم ساکن ہے۔

مذکورہ بالا اصول قوتوں کے متوازی الاضلاع کے اصول کی عملی تصدیق سے ثابت کیا جاتا ہے۔

اگر متعدد قوتیں خواہ ان کی تعداد کچھ ہی ہو کسی چھوٹے جسم پر عمل کریں تو مذکورہ بالا اصول کا اطلاق ان قوتوں پر بھی ہو سکتا ہے۔ ایک عام اصول جو کہ سمتیوں کے کثیر الاضلاع کے اصول سے موسوم ہے حسب ذیل بیان کیا جاتا ہے :-
اگر کوئی جسم کسی تعداد کی قوتوں ۱، ب، ج، د، ی، وغیرہ کے زیر عمل ساکن ہے اور اگر ان قوتوں کو مقدار اور سمت کے اعتبار سے تعبیر کرنے والے خطوط بالترتیب

سلسلہ کھینچنے جائیں اور قوتوں کی سمت ظاہر کرنے والے
پیرکان ایک ہی رخ میں ہوں تو ان خطوط سے مکمل کثیر الاضلاع
بن جائیگا۔



شکل ۳۱۔ قوتوں کا کثیر الاضلاع

شکل ۳۲۔ باغ متبادل قوتیں

مذکورہ بالا اصول مثلث قواعد کے اصول کی مدد سے

مب ذیل ثابت کیا جاسکتا ہے :-

قوتوں 'ا' اور 'ب' اور 'ج' کے حاصل کو تعبیر کرنے کے لئے
مثلث 'و' اب کھینچو۔ خط 'و' ب پر ایک اور مثلث 'و' ب ج
ایسا کھینچو کہ ضلع 'ب' ج قوت 'ج' کو تعبیر کرے۔ ضلع 'و' ج قوت
'ج' اور 'و' ب کا حاصل ہے اس لئے 'و' ج 'ا' ب 'ج' تین
قوتوں کا حاصل ہے (اشکال ۳۱ و ۳۲)

یہ ظاہر ہے کہ خط 'و' ب غیر ضروری ہے کیونکہ 'ا' ب اور 'ب' ج کے
کھینچنے سے 'و' ج دریافت ہو جاتا ہے اور اس خط سے شکل ذواربہ الاضلاع کی تکمیل ہو جاتی ہے
نقطہ 'ج' سے ایک اور خط شکل کثیر الاضلاع میں اضافہ
کرنے سے چوتھی قوت 'د' مذکورہ بالا قوتوں 'ا' ب 'ج' میں
شریک کی جاسکتی ہے۔ اور کثیر الاضلاع کے مذکورہ بالا عمل سے
کسی تعداد کی قوتوں کی ترکیب ہو سکتی ہے۔

لہذا ایک ہی نقطہ پر عمل کرنے والی کسی تعداد کی قوتوں کے حاصل دریافت کرنے کے لئے ایک شکل اس طرح کھینچی جاتی ہے جس کے اضلاع وہ خط ہیں جو قوتوں کو تعبیر کرنے کے لئے مسلسل کھینچے گئے ہیں اور شکل مذکور میں قوتوں کی سمت ظاہر کرنے والے پیکان اس طرح ہیں کہ وہ شکل کے گرد یکے بعد دیگرے ایک ہی رخ میں جاتے ہیں۔

خط جو شکل کو مکمل کرتا ہے وہ ان تمام قوتوں کے حاصل کو تعبیر کرتا ہے مگر اس کے پیکان کا رخ مندرجہ بالا پیکان کے رخ کے خلاف ہے۔

وہی خط ان تمام قوتوں کے متعادل کی بھی تعبیر کرتا ہے اگر اس کے پیکان کا رخ شکل کے گرد جانے والے پیکان کے رخ کے موافق ہو۔

یہ بیان قوتوں کے کثیر الاضلاع کے اصول کا ایک دوسرا پیرایہ ہے۔

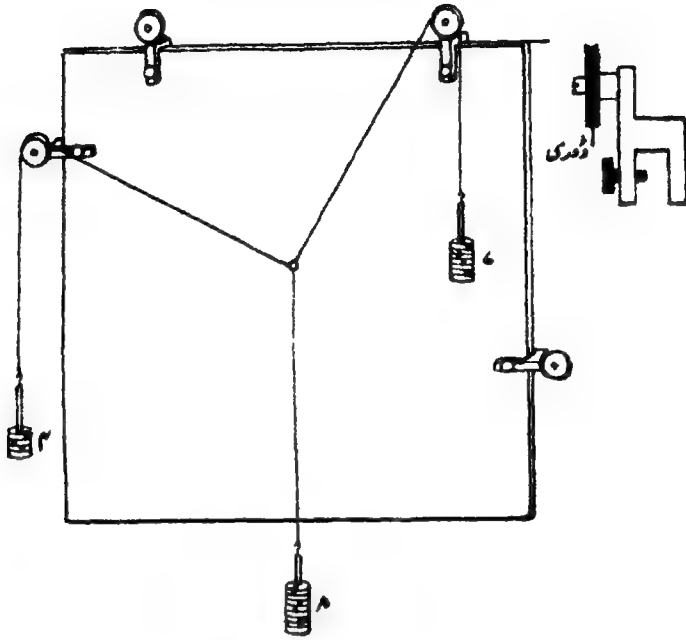
اگر خط شکل کو مکمل کر چکے ہیں تو قوت حاصلہ صفر ہے یعنی دی ہوئی قوتوں کے زیر عمل جسم تعادل میں ہے۔ اس امر کے لحاظ کرنے کی مطلق ضرورت نہیں کہ قوتیں کس ترتیب سے کھینچی گئی ہیں۔

قوتوں پر تجربہ کرنے کا آلہ

قوتوں کے متعلق جو اصول بیان کئے جا چکے ہیں ان کی تصدیق کے لئے ایک سہل و مناسب آلہ حسب ذیل طریقہ سے تیار کیا جاسکتا ہے:—

ایک سیاہ تختہ لہو اور اس کے کنارے کے گرد چند ہلکی

اور بے رگڑ چرخیاں (جیسا کہ شکل ۲۲ میں دکھایا گیا ہے) مرتب کرو۔



شکل ۲۲۔ قوتوں پر تجربہ کرنے کا آلہ

ان چرخوں پر مضبوط ڈوریاں ڈالو۔ ان ڈوریوں کے ایک سرے پر حلقے بناؤ اور اگر ممکن ہو تو ہر ڈوری کے دوسرے سرے پر گھڑی کی زنجیر جیسے کلب (Clip) لگاؤ۔ تختہ مذکور کو دیوار یا کسی استوار مضبوط سہارے پر اتصافاً (سیدھا) کھڑا کر دو۔ اگر چرخیاں اس طرح قائم کی گئی ہیں کہ ان کے سطوح اس تختہ کی سطح کے علی القواثم ہیں تو تختہ مذکور ایک میز پر افقی ہیئت میں رکھا جاسکتا ہے۔ مگر اس صورت میں ڈوریوں کے سرے کناروں کے باہر بالکل صاف لگتے رہنے چاہئیں۔

یہ بھی ہو سکتا ہے کہ بعض دفعہ بجائے اس کے کہ سیاہ تختہ کے کناروں کے گرد چرخیاں لگائی جائیں ان کو ایسے گندوں پر قائم

کیا جائے جو کسی سہ پایہ استادہ پر چڑھے ہوں۔
یہاں ایک ہلکا جھٹلا بطور چھوٹے جسم کے استعمال کیا جاتا ہے اور یہ جھٹلا کلپ کے ذریعہ سے ڈوریوں میں لگایا جاتا ہے۔ جب کسی تعداد کی قوتیں ان ڈوریوں کے ذریعہ سے اس جھٹلے پر لگائی جائیں تو وہ جھٹلا فوراً تعادل کی جگہ پر سرک جائیگا اور ڈوریوں خاص سمتیں اختیار کر لیں گی۔ ان ڈوریوں کی سمتیں نوکدار کھریا سے تختہ پر کھینچی جاسکتی ہیں اور اگر تختہ مذکور پر کاغذ لگا ہو تو پینسل سے تختہ پر کھینچی ہوئی لکیریں قوتوں کی سمت عمل بتائیں گی۔
مذکورہ بالا ڈوریوں کے دوسرے سروں سے لٹکتے ہوئے وزن کے مناسب ایک مناسب پیمانہ کے مطابق ان لکیروں پر طول کا ٹوم اس طرح ہلکے ایسی لکیریں دستیاب ہونگی جن سے قوتوں کی مقدار اور سمت عمل دونوں کی تعبیر ہو جائیگی۔

قوتوں کو تعبیر کرنے والے ان خطوں کے ذریعہ سے مذکورہ بالا مختلف اصولوں کی عملی تصدیق بخوبی ہو سکتی ہے خواہ قوتیں زیر بحث دو ہوں یا تین یا متعدد۔

یہ امر ملحوظ رہے کہ رگڑ کی وجہ سے قوتوں کے زیر عمل جھٹلے کا محل تعادل کی حالت میں ایک ہی مقام پر قائم نہیں رہیگا بلکہ رگڑ کی مقدار کے مطابق ایک چھوٹے رقبہ کے اندر بدلتا رہیگا۔ تعادل کا صحیح مقام حسب ذیل دریافت ہو سکتا ہے :-

جب قوتوں کے زیر عمل جھٹلا ساکن ہو جائے تو اس کے مقام سکون کا نشان تختہ سیاہ پر لگا دو۔ اس کے بعد جھٹلے کو اپنی جگہ سے ہٹا دو۔ جھٹلا پھر ایک نیا مقام سکون اختیار کر لیگا۔ اس نئے مقام کا نشان بھی تختہ پر لگا دو۔ اس طرح چند بار جھٹلے کو ہٹا ہٹا کر اس کے مختلف مقامات سکون کے نشانات ڈالو۔ یہ مختلف نشانات ایک چھوٹے رقبہ کے اندر واقع ہونگے

اگر اس رقبہ کے وسط کا نشان لیا جائے تو وہ نشان چلتے کے متبادل کا صحیح مقام بتائیگا۔

نیز اگر چرخیاں اس طرح سے قائم کی گئی ہیں کہ ان کے سطوح تختہ سیاہ کی سطح کے علیٰ القوائم ہیں تو اس صورت میں ان کی حرکت میں ایسی آزادی ہونی چاہئے کہ وہ چرخیاں ڈوریوں کی سمتیں باسانی اختیار کر سکیں۔ مگر اس حالت میں محور کی رگڑ کے سوا دوسری رگڑ بھی عمل میں آجاتی ہے لہذا انقباضی تختہ پر تجربہ کرنا قابلِ ترجیح ہے۔

تجربہ ۲۷ — دو قوتوں کے

زیر عمل متبادل کے شرائط دریافت کرنا۔ چلتے سے دو ڈوریاں لگاؤ اور ان ڈوریوں کے دوسرے سروں سے مختلف وزن لٹکاؤ۔ ڈوریاں کھینچ کر ایک خط مستقیم میں ہو جائیں گی۔ چلتے صرف اس حالت میں ساکن رہیں گے جب ڈوریوں سے ٹکے ہوئے وزن آپس میں برابر ہوں گے۔

تجربہ ۲۸ — قوتوں کے متوازی الاضلاع

ومثلث کے اصول کی تصدیق — چلتے سے تین ڈوریاں لگاؤ اور ان ڈوریوں کے دوسرے سروں سے وزن لٹکاؤ جب چلتا متبادل کے مقام پر آجائے تو عمل کرنے والی قوتوں کو لکیروں سے تعبیر کرو جیسا کہ قبل بتایا جا چکا ہے۔

ان تین لکیروں میں سے کسی دو کو متصل اضلاع مان کر ایک شکل متوازی الاضلاع کھینچو اور یہ دکھاؤ کہ شکل مذکور کا وتر طول میں تیسری لکیر کے برابر ہے اور یہ لکیر اور وتر دونوں ایک ہی سیدھے میں ہیں۔

تختہ سیاہ کے بازو پر مثلث کے دو خطے اس طرح کھینچو کہ وہ مندرجہ بالا تین قوتوں میں سے دو قوتوں کے متوازی اور طول میں بالترتیب ان کے متاسب ہوں اور سمت بتانے والے پیکان

یکے بعد دیگرے ایک ہی رخ میں ہوں۔ مثلث مذکور کو مکمل کر کے دکھلاؤ کہ قیصر اضلع قیصری قوت کے متوازی ہے اور یہ ضلع قیصری قوت کی مقدار کو اسی پیمانہ سے تعبیر کرتا ہے جس پیمانہ سے بقیہ دو قوتوں کی تعبیر بقیہ دو ضلعوں سے ہوئی ہے۔

تجربہ نمبر ۳ — قوتوں کے متوازی الاضلاع کے ذریعہ سے کسی جسم کا وزن دریافت کرنا۔

دو معلوم اور ایک غیر معلوم وزن لے کر تجربہ نمبر ۱ کو دہراؤ۔ معلوم وزن کو متوازی الاضلاع کے دو متصل ضلعوں سے تعبیر کرو۔ متوازی الاضلاع کے وتر کے طول سے غیر معلوم وزن دریافت ہو جائیگا۔ معمولی ترازو کے ذریعہ سے امر مذکور بالا کی تصدیق کرو۔

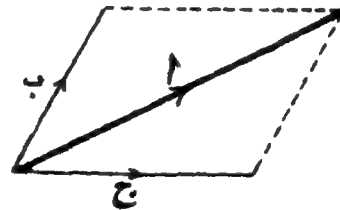
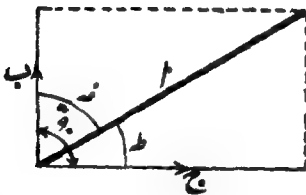
تجربہ نمبر ۴ — قوتوں کے کثیر الاضلاع کے اصول کی تصدیق۔ چار یا پانچ وزن لے کر تجربہ نمبر ۱ کی طرح

عمل کرو مگر تختہ کے ایک حصہ پر ایک ایسی شکل کھینچو کہ اس کے ضلع قوتوں (وزن کے خط عمل) کے متوازی و متناسب ہوں اور سمت بتلانے والے پیکان یکے بعد دیگرے شکل کے گرد ایک ہی رخ میں ہوں جب کل قوتوں کی تعبیر سوائے ایک قوت کے اس طرح ہو جائے تو شکل کثیر الاضلاع کو مکمل کر کے دکھلاؤ کہ شکل کو مکمل کرنے والا خط دونوں مقدار اور سمت میں بقیہ قوت کی تعبیر کرتا ہے بشرطیکہ اس خط پر کا پیکان دوسرے پیکان کی طرح ایک ہی رخ میں ہو۔ اس تجربہ کو دو یا تین بار دہراؤ مگر ہر دفعہ وزن کی ترتیب جداگانہ ہو تاکہ مختلف شکل کے کثیر الاضلاع کھینچے جاسکیں۔ یہ دکھلاؤ کہ ہر حالت میں شکل کو مکمل کرنے والا خط بقیہ قوت کو تعبیر کرتا ہے خواہ کثیر الاضلاع کے بقیہ ضلعوں کی ترتیب کچھ بھی ہو۔

۲۔ سمتیوں کی تحلیل

ہم دیکھ چکے ہیں کہ کسی جسم پر عمل کرنے والی دو سمتیوں کی ترکیب ایک واحد مثال سمتی سے ہو سکتی ہے۔ اب ہمیں ایک واحد سمتی کو دو مختلف سمتیوں میں تحلیل کرنے کے مسئلہ پر غور کرنا ہے۔ ایک واحد سمتی دو مختلف سمتیوں میں اس طرح تحلیل کی جاسکتی ہے کہ موخر الذکر دو سمتیاں مل کر اول الذکر سمتی کے مماثل ہوں۔

شکل ۳۲ پر غور کرو۔ ب اور ج متذکرہ بالا دو سمتیوں کو تعبیر کرتے ہیں۔ اگر ان کو متصل اضلاع مان کر شکل متوازی الاضلاع مکمل کی جائے تو یہ ظاہر ہے کہ ب اور ج شکل مذکور کے وتر ا کے مماثل ہیں۔



شکل ۳۲۔ سمتی کے تحلیل اجزاء

شکل ۳۳۔ سمتیوں کی تحلیل

اگر ب اور ج آپس میں علی القوائم ہیں تو نہ ب کا اثر ج کے خط عمل میں اور نہ ج کا اثر ب کے خط عمل میں ہوگا۔ لہذا ہم کہہ سکتے ہیں کہ ب اور ج اپنی اپنی سمتوں میں ا کے پورے اثر کو تعبیر

کرتے ہیں۔
اس صورت میں ب اور ج اپنی اپنی سمتوں میں ا کے تحلیل شدہ اجزاء ہیں یا یوں کہئے کہ ب اور ج مذکورہ بالا سمتوں میں ا کے اجزائے ترکیبی ہیں۔ شکل ۳۴ پر غور کرو۔

ب = ا جم مذ

ج = ا جم ط

پس ہم کہہ سکتے ہیں کہ کسی قوت معلومہ کا تحلیل شدہ جزو کسی خاص سمت میں قوت معلومہ اور سمت مذکورہ کے درمیانی زاویہ کے جیب التمام اور قوت مذکورہ کی مقدار کے حاصل ضرب کے برابر ہے۔

اس اصول کی تصدیق سکونی سطح مائل کے تجربہ کے تحت میں براہ راست کی جائیگی (شکل ۳۵ صفحہ ۱۱۱ دیکھو)۔
اس تجربہ میں ایک جسم و وزن کا افق سے زاویہ ط بنانے والی ایک سطح مائل پر ایک ایسی قوت ق کے ذریعہ سے ساکن رکھا جاتا ہے جو سطح مذکورہ کے متوازی عمل کرتی ہے۔

یہ ظاہر ہے کہ و کے اثر سے جسم سطح پر نیچے اترے گا اور یہ اثر قوت ق کے برابر ہوگا کیونکہ ق کی وجہ سے جسم مذکور نیچے اترنے سے باز رہتا ہے۔ یا یوں کہو کہ ق، وزن و کے اس جزو تحلیلی کے برابر ہے جو سطح مذکور کے متوازی عمل کرتا ہے۔

مگر یہ دکھلایا گیا ہے کہ ق برابر ہے و جب ط کے۔ اس لئے سطح کے متوازی وزن و کا جزو تحلیلی برابر ہے و جب ط کے،

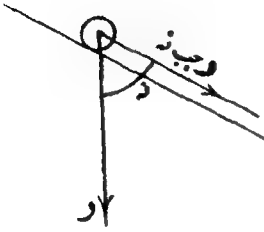
شکل ۳۵ میں سطح اور انصافی سمت کا درمیانی زاویہ فہ ہے۔

فہ = ۹۰ - ط

اور جم فہ = جب ط

∴ جب ط = و جم فہ

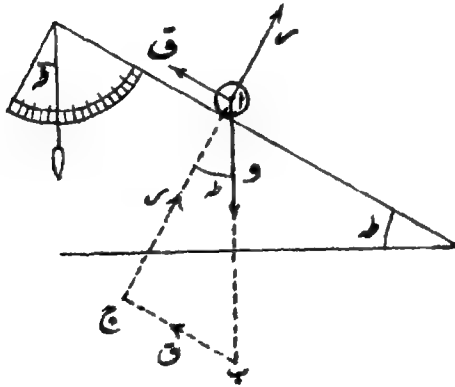
پس و کا وہ تکمیلی جزو جو
و کے خطِ عمل سے زاویہ فہ
بنانے والی سطح کے متوازی
عمل کرتا ہے برابر ہے و جم فہ
کے۔



شکل ۲۵ - سطح مائل

سکونی سطح مائل

اگر کوئی بوجھ و کسی سطحِ مائل پر رکھا جائے تو سطحِ مذکورہ کے



شکل ۲۶ - سکونی سطح مائل

متوازی عمل کرنے والی قوت Q کے ذریعہ سے اس بوجھ کو سطح پر بحالت تعادل قائم رکھ سکتے ہیں یا اس کو سطح کے اوپر کی طرف بغیر اسراع کھینچ سکتے ہیں۔ قوت Q کی مقدار W سے بہت کم ہے۔ اگر سطح کا زاویہ میلان گھٹایا جائے تو Q کی مقدار بھی کم ہو جاتی ہے یا یوں کہو کہ Q کی مقدار سطح کے زاویہ میلان کے ساتھ ساتھ گھٹتی جاتی ہے۔

فرض کرو کہ افق سے زاویہ θ بنانے والی ایک سطح مائل پر ایک جسم W وزن کا سطح مذکورہ کے متوازی عمل کرنے والی ایک قوت Q کے ذریعہ سے عین تعادل کی حالت میں ہے اور جسم مذکورہ بالا پر عمل کرنے والی مختلف قوتوں پر غور کرو۔ شکل ۱۱۲ سے ظاہر ہے کہ

(۱) W انصافاً نیچے کی طرف عمل کر رہا ہے۔

(ب) Q سطح کے متوازی عمل کر رہی ہے۔

اور ان کے سوا ایک اور قوت R عمل کر رہی ہے جس کو سطح کا رد عمل کہتے ہیں۔ اگر سطح چکنی ہو تو آخراً Q قوت کی سمت عمل سطح مذکورہ پر عمود وار ہوگی۔ یہ تینوں قوتیں مل کر جسم کو ساکن رکھتی ہیں۔ اور ان کی سمتیں معلوم ہیں۔ لہذا اگر ان میں سے کسی ایک کی مقدار معلوم ہو تو بقیہ دو قوتوں کی مقادیر بھی قوتوں کے مثلث کے اصول سے معلوم ہو سکتی ہیں۔

فرض کرو کہ خط AB قوت W کی تعبیر کرتا ہے۔ خط AC سطح پر عمود وار یعنی R کے متوازی اور خط BC سطح مذکورہ کے متوازی یعنی قوت Q کے متوازی کھینچو۔ یہ دونوں آخراً Q نقطہ C پر تقاطع کرتے ہیں۔ اس لئے

یہ خطوط بالترتیب α اور β کو تعبیر کرتے ہیں۔
زاویہ β زاویہ α کے برابر ہے کیونکہ α ج سطح پر
اور β قاعدہ پر عمود ہے اور سطح اور قاعدہ کا درمیانی زاویہ
ط ہے۔

$$\text{لہذا } \frac{\beta}{\alpha} = \text{جب ط}$$

لیکن β ج اور α ب بالترتیب β اور α کو تعبیر
کرتے ہیں۔

$$\text{اس لئے } \frac{\beta}{\alpha} = \text{جب ط}$$

$$\text{یا } \frac{\beta}{\alpha} = \text{و جب ط}$$

اس مسئلہ کو اگر ایک دوسرے پہلو سے دیکھا جائے تو
ثبوت کچھ آسان ہو جائیگا۔ یہ معلوم ہے کہ جب وزن اوپر کھینچا
جاتا ہے تو جسم میں توانائی کا اضافہ پیدا ہوتا ہے اور
کھینچنے والی قوت β کام کرتی ہے۔ اس توانائی اور کام پر
غور کرو۔

فرض کرو کہ سطح مائل کا ارتفاع یعنی اس کے قاعدہ سے
سرے کی بلندی h ہے۔ اس لئے جب وزن بالکل سرے
تک کھینچا جائے تو جسم میں توانائی بالقوہ کا اضافہ ہوگا اور اس
کی مقدار Wgh کے برابر ہوگی۔

قوت β وزن کو اوپر کھینچنے میں اپنی سمت عمل میں
فصل l طے کرتی ہے۔ فرض کرو کہ سطح کا طول l ہے اس
لئے اس قوت کے کام کی مقدار βl ہوگی۔
بقائے توانائی کے اصول سے

$$\text{کسب توانائی} = \text{کام کردہ شدہ}$$

$$\text{یعنی } Wgh = \beta l$$

یا ق = وگ وجب ط
 اس تجربہ کے لئے جو آلہ استعمال کیا جاتا ہے وہ ایک ایسے مستوی
 تختہ پر مشتمل ہے جس کا بچلا سر قبضہ کے ذریعہ سے جکڑا ہوا ہوتا ہے
 اور اس میں ایک ایسا انتظام رہتا ہے کہ تختہ کے میلان میں تبدیلی
 حسب ضرورت پیدا کی جاسکے۔ بالعموم تختہ کے اوپر کے کنارے میں ایک
 چرخ لگی رہتی ہے اور اس چرخ پر سے ایک ڈوری گزرتی ہے۔ اس
 ڈوری کے ایک سرے سے سطح پر حرکت کرنے والا بوجھ بندھا رہتا
 ہے اور دوسرے سرے سے مختلف وزن لٹکائے جاتے ہیں۔ لٹکے ہوئے
 وزن سے ڈوری پر قوت ق کی قیمت معلوم ہوتی ہے۔ عموماً بوجھ و
 ایک جھوٹے اسطوانہ کی شکل کا ہوتا ہے۔ یہ اسطوانہ ڈھانچے سے لگے
 ہوئے ایک مناسب محور کے گرد لڑھک سکتا ہے اور ڈوری اس
 ڈھانچے سے بندھی ہوتی ہے۔ اس آلہ کی بعض شکلیں ایسی بھی ہوتی
 ہیں جن میں چرخ اور لٹکنے والے وزن کے بجائے کمائیدار ترازو
 استعمال کیا جاتا ہے۔ یہ کمائیدار ترازو خود بخود میلان
 کے لحاظ سے حسب ضرورت قوت رقی پیدا کر دیتا ہے
 اور اس طرح ق کی قیمت براہ راست معلوم ہو سکتی ہے۔
 زاویہ ط کی پیمائش ایک ایسے گونیہ (زاویہ پیم) سے ہو سکتی ہے
 جس کا کنارہ افقی قاعدے میں ہو اور جس کا مرکز قبضہ مذکورہ بالا کے
 مرکز پر ہو مگر پیمانہ وارہ ربعہ کا استعمال بہتر ہے جیسا کہ شکل ۱۱۴ میں
 دکھایا گیا ہے۔ یہ ربعہ سطح مال کے اوپر کے سرے پر لٹکا رہتا
 ہے اور اس کے مرکز سے ایک شاقول لٹکا رہتا ہے۔ اگر ربعہ مذکور
 کا صفری نشان سطح کے علی القوائم ہو تو زاویہ ط وہ زاویہ ہے جو
 صفری نشان اور خط شاقولی کے درمیان واقع ہے۔ یہ طریقہ اول الذکر
 طریقہ سے قابل ترجیح ہے کیونکہ پہلے طریقہ میں افق نمایاں کے ذریعہ سے
 قاعدہ کی سطح درست کرنا پڑتی ہے۔ اسوا اس کے زاویہ ط کی پیمائش میں

وزن و کے مساوی ہونا چاہئے۔ اس امر کی تصدیق بیلن کو تول کر کر دو۔

اگر زاویہ طہ کی پیمائش کے لئے آلہ کے ساتھ کوئی مُربعہ لگا نہ ہو تو سطح کے کنارے پر کوئی ایک نقطہ قائم کرلو اور ہر دفعہ تاعدہ سے نقطہ مذکور کی بلندی اور قبضہ کے مرکز سے اُس کا تفصل ناپ لو یعنی گ اور ل کی قیمتیں برابر راست دریافت کرلو۔ یہ صورت میں مشاہدات کی جدول حسبِ ذیل ہوگی۔

ق	گ	ل	گ	ق
	ل			
	(جب ط)			

اوسط قیمت $\frac{ق}{ل} =$

ق/ل کی اوسط قیمت کو برابر راست دریافت شدہ قیمت و کے برابر ہونا چاہئے۔

اگر وزن جن کے ذریعہ سے قوت ق عمل پذیر ہوتی ہے ڈوری سے لٹکے ہوئے پلٹے پر رکھے جائیں تو قوت ق کی قیمت میں پلٹے کے ذاتی وزن کو بھی شریک کرنا چاہئے۔

۳۔ کسی قسم کی قوتوں کے زیرِ عمل جسم کے تعادل کے عام شرائط۔

قوت کا معیار اثر

کسی محور کے گرد کسی قوت کے گردشِ اثر کو محورِ مذکور کے گرد اُس قوت کا معیارِ اثر کہتے ہیں اور معیارِ اثر کا اندازہ قوتِ مذکورہ کی مقدار اور محور سے خطِ عمل کے عمودی فاصلہ کے حاصل ضرب سے ہوتا ہے۔

سمتِ گردش ”معیارِ اثر کی جہت“ کہلاتی ہے۔ گردشِ خواہ ”موافق سمت ساعت“ ہو یا ”خالف سمت ساعت“۔ یہ ضروری نہیں کہ کوئی خاص سمتِ گردش مثبت بہت کہلائے یا منفی یہ محض اختیاری بات ہے کہ کوئی خاص جہت سہولت کے لحاظ سے مثبت یا منفی قرار دے دی جائے۔

اگر کوئی جسم قوتوں کے کسی نظام کے زیرِ عمل ہو تو جسمِ مذکورہ صرف اُس حالت میں ساکن رہیگا جب کہ مندرجہ ذیل دو شرائط الگ الگ پورے ہوں:

(۱) حاصلِ قوت کو کسی سمت میں صفر ہونا چاہیے۔

(۲) کل قوتوں کے حاصلِ معیارِ اثر کو کسی محور کے گرد

صفر ہونا چاہیے۔

شرط (۱) شرط (۲) میں تھینا شامل ہے مگر اس کو الگ سے تصریحاً بیان کرنا خاص اہمیت رکھتا ہے۔

بیرم کا اصول

مذکورہ بالا شرائط میں سے شرط (۶) کا عملی ثبوت ترکیب قوائے کے بیان میں دیا جا چکا ہے۔ اب ہم کو تجربہٴ دوسری شرط کی صحت کی تصدیق کرنی ہے۔ اس امر کے لئے سب سے زیادہ آسان طریقہ یہ ہے کہ جسم جس پر قوتیں عمل کرنے والی ہیں ایک مناسب چول پر رکھا جائے تاکہ جسم مذکور اُس چول کے گرد حرکت کر سکے۔ یہ چول محور کا کام دیگی۔ اس محور کو اصطلاحی زبان میں "نصاب" کہتے ہیں۔ اس صورت میں جسم مذکور کو کھلا متحرک ہونے سے باز رکھنے والی قوتیں نصاب پر عمل کرتی ہیں اور شرط (۱) بغیر کسی زحمت کے پوری ہو جاتی ہے۔ اگر کوئی جسم مذکورہ بالا طریقہ سے کسی چول پر قائم ہو تو اُس جسم کو بیرم کہتے ہیں۔

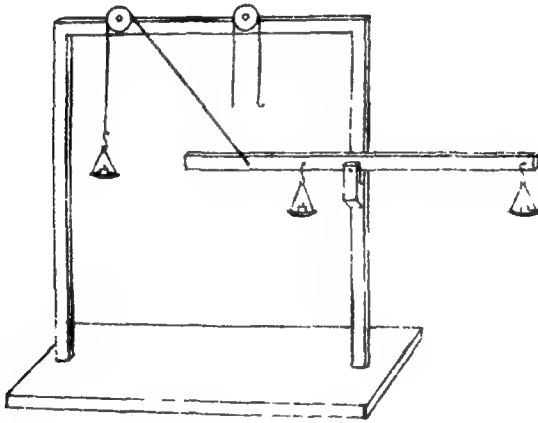
چونکہ نصاب پر عمل میں آنے والی قوت اب آسانی دریافت نہیں ہو سکتی لہذا ہم نصاب کے گرد صرت قوت مذکورہ کا معیار اثر معلوم کر سکتے ہیں کسی قوت کا معیار اثر اُس کے نقطۂ عمل کے گرد صفر ہے۔ اس لئے نصاب پر عمل کرنے والی قوت کا معیار اثر نصاب مذکور کے گرد صفر ہو گا۔ لہذا بیرم کے تعادل کی حالت میں نصاب کے گرد مختلف قوتوں کے معیار اثر پر غور کرتے وقت ان قوتوں کا لحاظ رکھنا ضروری نہیں جو نصاب پر عمل کر رہی ہوں۔

اب ہم بیرم کے تعادل کی شرط حسب ذیل بیان کر سکتے ہیں:—
اگر بیرم پر عمل کرنے والی کل قوتوں کا حاصل معیار اثر کسی نصاب معین کے گرد صفر ہو تو بیرم مذکور تعادل میں ہو گا۔

بیرم

بیرم کے اصول کی تشریح و نیز کلیۂ معیار اثر کی تصدیق کرنے کے لئے

ایک آسان آلحسب ذیل تیار کیا جاسکتا ہے:-
 شکل ۳ء کو دیکھو۔ لکڑی کے ایک مضبوط استوار چوکھٹے کے انتصابی بازوؤں میں سے ایک کے قریب قریب وسط میں پتیل کی ایک گول سلاخ (کیل) افقاً لکلی ہوئی ہے۔ اس سلاخ پر ایک میٹری پیمانہ چڑھا ہے۔



شکل ۳ء - بیرمیں پر تجربے

اس پیمانہ کے ہر دو دوسرے پر آر پار سوراخ بنے ہیں اور سلاخ مذکور اس پیمانہ کے وسطی سوراخ سے گزرتی ہے۔ اس طریقہ سے پیمانہ کا مرکز ثقل انساب پر رہتا ہے جس کی وجہ سے پیمانہ کے ذاتی وزن کا اثر دور ہو جاتا ہے (مرکز جاذبہ کا بیان صفحہ ۱۲۱ میں دیکھو)۔

چوکھٹے کے اوپر والے ڈبے پر چرخیاں چڑھی ہیں اور ان پر سے ڈوریاں گزرتی ہیں۔ یہ ڈوریاں اپنے سروں پر بندھے ہوئے پتیل کے کانٹوں کے ذریعہ سے میٹری پیمانہ کے کسی سوراخ سے لگائی جاسکتی ہیں۔ ڈوریوں کے دوسرے سروں سے ترازو کے پلڑے لگاتے ہیں جن پر وزن ڈال کر بیرم پر مختلف قوتیں لگائی جاسکتی ہیں۔ مذکورہ بالا پلڑوں کے سوا دوسرے پلڑے پیمانہ کے سوراخ سے براہ راست لٹکائے جاسکتے ہیں تاکہ بیرم پر مختلف قوتیں اوپر نیچے دونوں سمتوں میں عمل

کر سکیں یا قوتوں کی سمتیں اُفق سے مختلف زاویے بنا سکیں۔ چونکہ چرخوں اور نصاب پر کی رگڑ دُور نہیں کی جاسکتی اس لئے ضروری ہے کہ جب آلہ (بیرم) قریب قریب ٹھیک محل پہ آجائے تو اُس میں ایک خفیف رفتار پیدا کی جائے اور اُس کے بعد پلڑوں پر کے وزن کو اس طرح درست کیا جائے کہ بیرم یکساں آزادی کے ساتھ حرکت کر سکے خواہ اوپر کی طرف ہو یا نیچے کی طرف۔ اگر ان قوتوں میں سے کوئی قوت ترجیحی سمت میں عمل کر رہی ہو تو بیرم میں متذکرہ بالا خفیف رفتار پیدا کرتے وقت اس بات کا لحاظ رہے کہ بیرم اپنے اُفقی محل سے زیادہ ہلکنے نہ پائے ورنہ عمل کرنے والی قوت کا زاویہ بدل جائے گا اور اُس کی وجہ سے نصاب کے گرد اُس کے معیار اثر میں بھی تبدیلی پیدا ہو جائیگی۔

جب بیرم دونوں سمتوں میں یکساں آزادی کے ساتھ ملنے لگے تو نصاب کے گرد مختلف قوتوں کے معیار اثر بلحاظ مقدار و جہت محسوب کر لینا چاہئے۔

معیار اثر دریافت کرنے کے لئے ہر قوت کی مقدار کو نصاب سے خط عمل کے عمودی فاصلہ سے ضرب دے کر حاصل ضرب کے آگے مثبت یا منفی کی علامت لگا دینا چاہئے بلحاظ اس کے کہ معیار اثر کی جہت موافق سمتِ ساعت ہے یا مخالف سمتِ ساعت۔ کل قوتوں کے معیار اثر کے جبری مجموعہ کو ہر حالت میں صفر کے برابر ہونا چاہئے۔

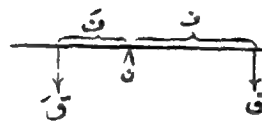
انتباہ۔ پلڑوں کے ذاتی وزن تو اسے زیرِ مباحثہ میں شریک رہیں۔

تجربہ ۳۳۔ بیرم — مختلف قوتیں لگا کر جیسا کہ شکل میں دکھایا گیا ہے ذیل کی صورتوں میں سے ہر ایک کے لئے تجربہ کرو:۔

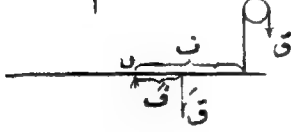
صورت اول۔ بیرم اکثر پہلی ترتیب کے بیرم سے منسوب

کیا جاتا ہے۔
 قوت قی "موافق سمت ساعت" گردش پیدا کرتی ہے۔ فرض کرو
 کہ اس قوت کا مییار اثر قی ف نصاب ن کے گرد مثبت ہے۔

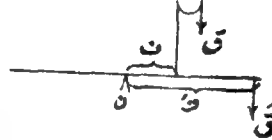
صورت اول



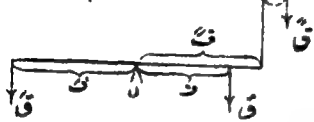
صورت دوم



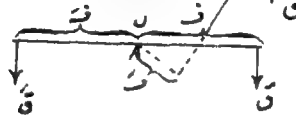
صورت سوم



صورت چہارم



صورت پنجم



شکل ۳۵ - بیرم

قوت قی "مخالف سمت ساعت" گردش پیدا کرتی ہے اس لئے اس کا
 مییار اثر قی ف نصاب کے گرد منفی ہے۔

مثابت کرو کہ متذکرہ بالا دونوں مییار اثر کا جبری مجموعہ صفر ہے یعنی
 $Q + Q' = 0$

مثال — فرض کرو کہ تجربہ میں

$Q = 350$ گرام وزن

$Q' = 4$ سہ

$Q + Q' = 19800$

$Q = 50$ گرام وزن

ف = ۲۲ سر

۱۶۵۰۰ = ق ف

۱۶۸۰۰ - ۱۶۵۰۰ = ۳۰۰ = ق ف + ق ف

مگر مجموعہ کو صفر ہونا چاہئے۔ اس لئے تجربہ میں ۲ فیصد کی غلطی ہے۔
صورت دوم۔ عموماً یہ دوسری ترتیب کے بریم سے منسوب کیا جاتا ہے۔

قوت ق مخالف سمت ساعت گردش پیدا کرتی ہے یعنی اس کا معیار اثر ق ف نصاب کے گرد منفی ہے۔
ق موافق سمت ساعت گردش پیدا کرتی ہے یعنی اس کا معیار اثر ق ف نصاب کے گرد مثبت ہے۔

تجربہ سے دکھاؤ کہ ق ف + ق ف = ۰

صورت سوم تیسری ترتیب کا بریم۔

یہاں بھی ق ف منفی ہے اور ق ف مثبت
پھر ثابت کرو کہ ق ف + ق ف = ۰

بریم کے عام اصول کا اطلاق کل قوتوں پر ہو سکتا ہے خواہ ان کی تعداد کچھ بھی ہو اور ان کے خطوط عمل بریم کے ساتھ کچھ بھی زاویہ بنائیں جیسا کہ ذیل کی دو صورتوں میں دکھایا گیا ہے۔ مندرجہ بالا قوتوں کے سوا اور دوسری قوتیں بھی عمل میں لائی جاسکتی ہیں۔ ہر حالت میں نصاب کے گرد مجموعی معیار اثر کی قیمت صفر حاصل ہوگی۔

صورت چہارم۔ ق ف مثبت ہے

ق ف منفی ہے

ق ف منفی ہے۔

تجربہ دکھاؤ کہ ق ف + ق ف + ق ف = ۰

صورت پنجم۔ ق ف مثبت ہے۔

ق ف اور ق ف دونوں منفی ہیں۔

یہاں بی دکھاؤ کہ $ق + ق + ق = ق$ ۔
 جیسا کہ صورت اول کے تحت میں مثال دی جا چکی ہے مندرجہ بالا
 پانچوں صورتوں کے کل نتیجے درج کرو اور دو سمتوں میں سے
 کسی ایک سمت کے مجموعی مییار اثر کے لحاظ سے مشہودہ غلطی کا حساب
 فیصد لگاؤ۔ تجربہ میں بڑی قوتوں کا استعمال مناسب ہے یعنی ہیرم کے
 سرے پر ۲۰۰ سے ۳۰۰ گرام اور اس کے وسط کے قریب ایک کلو گرام
 تک وزن استعمال کرنا چاہئے۔ ایسا کرنے سے نصاب پر کی رگڑ کا اثر
 متقابلہ مییار اثر زیر تجربہ کے بہت کم ہو جائیگا اور نتیجہ زیادہ صحت کے ساتھ
 حاصل ہوگا۔

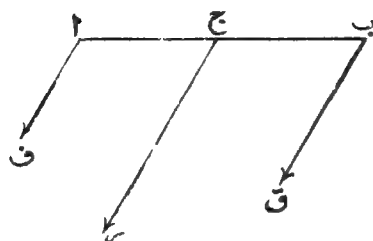
تجربہ ۳۳۔ ہیرم کے اصول سے میٹری پیمانہ کا
 وزن دریافت کرنا۔ میٹری پیمانہ کو اس کے اس نقطہ پر قائم
 کرو جو ایک سرے سے قریب دس سمر کے فاصلے پر واقع ہو۔ پیمانہ مذکور
 کے چھوٹے بازو کے آخری سوراخ سے تراژڈ کا ایک پلاٹکاؤ اور اس میں
 وزن بالترتیب بڑھاتے جاؤ یہاں تک کہ پیمانہ عین افق میں آجائے۔
 پیمانہ کا ذاتی وزن اس کے مرکز جاذبہ پر نیچے کی طرف عمل کرتا ہے۔
 مرکز جاذبہ مذکورہ پیمانہ کے وسط میں واقع ہے۔ فرض کرو کہ میٹری پیمانہ کا
 وزن و گرام ہے اور پلاٹے پر کا وزن $م$ پلاٹے کے ذاتی وزن
 کے و گرام ہے۔ نصاب کا فصل پیمانہ کے مرکز سے $ف$ اور پلاٹے
 سے (نقطہ تعلیق سے) $ن$ ہے۔

اس لئے $و ف = و ن$

$ف$ اور $ن$ کو پائش سے اور $و$ کو مشاہدہ سے دریافت کرو
 اور مندرجہ بالا مساوات سے $و$ کی قیمت محسوب کرو۔
 اس تجربہ کو دو تین بار نصاب کے مقام کو بدل بدل کر دہراؤ اس کے
 بعد پیمانہ کو تراژڈ پر براہ راست تول کر اس کے وزن کو مندرجہ بالا
 تجربہ کے حاصل شدہ نتیجہ سے مقابلہ کرو۔

۴۔ مراکز جاذبہ (ثقل)

جب کسی اُستوار جسم پر دو متوازی قوتیں عمل کریں تو اُن کے عوض بالعموم ایک واحد حاصل قوت لگائی جاسکتی ہے۔ شکل ۳۹ پر غور کرو۔ دو متوازی قوتیں **ف** اور **ق** نقاط **ا** اور **ب** پر بالترتیب عمل کر رہی ہیں اور وہ ایک واحد قوت **س** کے ماثل ہیں یعنی

$$س = ف + ق$$


شکل ۳۹۔ متوازی قوتوں کا حاصل

اس قوت **س** کا خطِ عمل خط **ا ب** کو نقطہ **ج** پر اس طرح قطع کرتا ہے کہ

$$ف \times ا ج = ق \times ج ب$$

نقطہ **ج** کا مقام مذکورہ بالا قوتوں کی سمتوں پر موقوف نہیں۔ یہ نقطہ **ج** مذکورہ متوازی قوتوں کا مرکز کہلاتا ہے۔

اسی طرح جب متوازی قوتیں خواہ اُن کی تعداد کچھ بھی ہو کسی اُستوار جسم پر عمل کرتی ہیں تو اُن کا حاصل کسی خاص نقطہ سے گزرتا ہے اور نقطہ مذکور کا مقام مذکورہ بالا قوتوں کی سمتوں پر موقوف نہیں۔ لہذا اگر قوتوں کے صرف نقاطِ عمل اور مقادیر معلوم ہوں تو اُن کے مرکز کا مقام مقرر ہو جاتا ہے۔

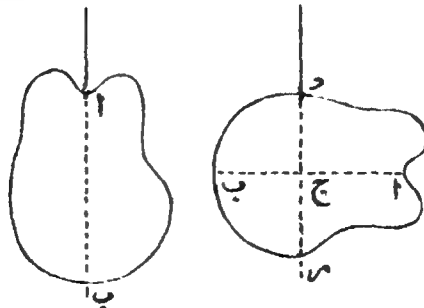
زمین اپنی قوتِ جاذبہ کی وجہ سے کل اجسام کو اپنے مرکز کی طرف

کھینچتی ہے۔ یہ تصور کیا جاسکتا ہے کہ اُستوار جسم چھوٹے چھوٹے ذرات کے اجتماع کا نتیجہ ہے اور زمین جسم مذکور کے ہر ذرہ کو اپنے مرکز کی طرف کھینچتی ہے۔ پس ہم کو جسم پر عمل کرنے والی تقریباً متوازی قوتوں کا ایک نظام حاصل ہوتا ہے۔ ان متوازی قوتوں کے مرکز کو جسم مذکور کا مرکز جاذبہ یا مرکز ثقل کہتے ہیں۔

بناوہریں کسی جسم کے مرکز جاذبہ سے وہ نقطہ مقررہ مراد ہے جس سے جسم مذکور کے کل ذروں پر عمل کرنے والی جاذبہ زمین کا حاصل گزرتا ہے خواہ جسم کی ہیئت کچھ بھی ہو۔

جب کوئی بھاری جسم ایک نقطہ واحد پر سہارا جائے تو اس پر عمل کرنے والی صرف دو قوتیں ہیں۔ ایک تو اس کا وزن ہے اور دوسری قوت ٹیکن کا ردِ عمل۔ اگر جسم مذکور ساکن رہے تو یہ قوتیں تعادل میں ہونگی اور اس صورت میں ان کے خطوطِ عمل ایک ہی خط میں ہونگے۔ لہذا ضرور ہے کہ ٹیکن کا نقطہ اُسی انتصابی خط میں رہیگا جس میں مرکز جاذبہ واقع ہے۔

تجربہ ۲۵۔ مرکز جاذبہ کی عملی تعین — کسی جسم کا مرکز جاذبہ دریافت کرنے کے لئے اُس جسم کو اُس کے کسی نقطہ سے لگی ہوئی ڈوری سے لٹکاؤ اور شاقول کے ذریعہ سے انتصابی خط اب



شکل ۲۵۔ مرکز جاذبہ کی تعین

مُخنی پر غور کرنے سے معلوم ہوگا کہ تختی کے ذاتی مرکز جاذبہ ۱ سے مرکب تختی کے مرکز جاذبہ کا فصل تختی کے ذاتی مرکز جاذبہ سے لگائے ہوئے وزن و کے فصل کے متناسب ہے اور پتلی وزن اور چوبی تختی کے وزن کی باہمی نسبت مرکب تختی کے مرکز جاذبہ سے ان کے مرکزوں (پتلی وزن اور چوبی تختی کے) کے فصل کے ساتھ متناسب معکوس رکھتی ہے۔ عملاً اس کی تصدیق کرو۔

۵۔ تجیب کے تریبی طریقہ

کمیتوں کی ایک کثیر تعداد عددی طریقہ سے بالکل متوازن تریبی طریقہ بھی دریافت کی جاسکتی ہے۔ موخر الذکر طریقوں سے یہ بھی ممکن ہے کہ کسی جسم کے تعادل کے شرائط یا جسم مذکور کو تعادل میں رکھنے والی قوتیں دریافت ہو جائیں۔ یہ طریقہ تریبی سکونیات کے نام سے موسوم کئے جاتے ہیں۔

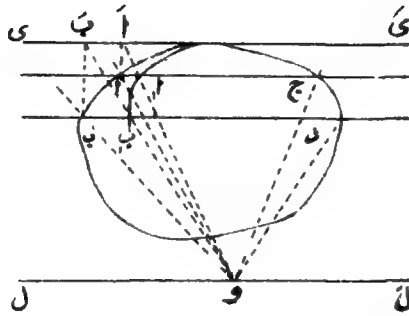
ہموار چپٹے اجسام کے دو خواص جو تریبی عمل سے آسانی دریافت ہو جاتے ہیں حسب ذیل ہیں:-

ایک تو ہموار تختی کے مرکز جاذبہ کا محل اور دوسری خاصیت کسی محور کے گرد تختی مذکور کے جمود کے معیار اثر کی قیمت۔ ان طریقوں سے نہ صرف کسی شہتیر کی تراش عمودی کے جمود کا معیار اثر دریافت کیا جاسکتا ہے بلکہ ان کی مدد سے سطح چپا کے استعمال میں بکار آمد مشق حاصل ہوتی ہے۔

ہموار تختی کا مرکز جاذبہ دریافت کرنے کا تریبی طریقہ

کسی شکل کی تختی کے خاکے پر غور کرو جیسا کہ شکل ۴۲ میں دکھایا گیا ہے۔

اس کی ایک طرف خط ل کے کھینچو اور دوسری طرف تختی کے منحنی کنارے کے بالکل سرے پر ایک ماسی خطی خط ل کے متوازی کھینچو۔ خط ل کے کسی نقطہ سے مختلف سمتوں میں متعدد خطوط کھینچو۔ ان



شکل ۱۲۸۔ مرکز جاذبہ کا تجربی طریقہ

خطوط کو اس طرح ترتیب دینا مناسب ہوگا کہ ان کے جوڑے مثلاً و ا اور و ج تختی کے گھیرے کو ابتدائی خط ل سے مساوی فاصلوں پر قطع کریں۔

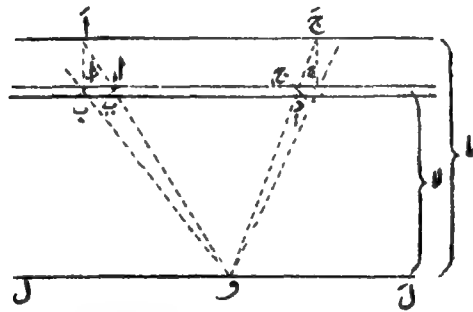
نقاط تقاطع 'ا' 'ب' 'ج' وغیرہ ہو کر خط ل کے متوازی خطوط کھینچو اور ہر نقطہ 'ا' 'ب' 'ج' وغیرہ سے خط مذکور کے عمود وار دوسرے خطوط اس طرح کھینچو کہ وہ خطی 'ی' سے بالترتیب نقاط 'ا' 'ب' 'ج' وغیرہ پر ملیں۔

نقطہ و کو نقاط 'ا' 'ب' 'ج' وغیرہ سے ملاؤ۔ خطوط و ا، و ب، و ج میں سے ہر ایک خط اپنے اپنے جواہری متذکرہ بالا متوازی خطوں کو بالترتیب نقاط 'ا' 'ب' 'ج' میں قطع کرتا ہے جیسا کہ شکل میں دکھایا گیا ہے۔ ان نقاط 'ا' 'ب' 'ج' وغیرہ کو ہر ایک منحنی کھینچو اور اس منحنی سے جو شکل حاصل ہو اس کا رقبہ اور تختی کا

بھی رقبہ دریافت کرو۔
یہ ثابت کیا جاسکتا ہے کہ تختی کا مرکز جاذبہ خط ول سے ایک
ایسے فضل ف پر واقع ہے کہ

$$ن = \frac{\text{شکل ا ب ج وغیرہ کا رقبہ}}{\text{شکل ل ل اور ی ی کا درمیانی فاصلہ}} \times$$

ثبوت۔ ابتدائی شکل یعنی تختی کے ایک ایسے چھوٹے حصہ پر غور کرو جو متوازیات
ا ج اور ب د کے درمیان واقع ہے اور یہ بھی تصور کر لو کہ متوازیات
مذکورہ آپس میں بہت قریب ہیں۔ یعنی رقبہ ا ب ج د پر غور کرو۔
شکل ا ب ج وغیرہ میں رقبہ ا ب ج د کے جوابی رقبہ ا ب ج د
کا انتصابی بُعد (یعنی عرض) کو ہی ہے جو رقبہ ا ب ج د کا۔



شکل ۲۴۔ مرکز جاذبہ کے تجربی طریقہ کا ثبوت

گمراہ اس کا طول (اُنقی بُعد) رقبہ ا ب ج د کے طول سے
۱/۲ کی نسبت میں کم ہے۔

$$\frac{۱}{۲} = \frac{\text{رقبہ ا ب ج د}}{\text{رقبہ ا ب ج د}}$$

ابتدائی شکل ا ب ج د کی کیت ماہہ کا میار اثر محور ل ول کے گرد

= رقبہ $AB \times D$ لا
 مگر رقبہ $AB \times D \times LA$ = رقبہ $AB \times D \times MA$ اس لئے
 معیار اثر مذکور = رقبہ $AB \times D \times MA$
 لہذا ابتدائی شکل یعنی تختی کے کسی تیلے ٹکڑے $AB \times D$
 کا معیار اثر محور L کے گرد ساختہ شکل میں ٹکڑے $AB \times D$
 کے جوابی ٹکڑے کے رقبہ کو L اور M کے درمیانی
 فاصلہ سے ضرب دینے سے حاصل ہوتا ہے۔

فرض کرو کہ تختی کا مرکز جاذبہ محور L سے فصل F پر واقع
 ہے۔ اس صورت میں پوری تختی کا رقبہ اور عمودی فصل F کا
 حاصل ضرب ٹکڑا $AB \times D$ کی طرح چھوٹے چھوٹے رقبہ جات
 اور مذکورہ بالا خط L سے ان کے فاصلوں (LA) کے حاصل
 ضرب کے مجموعہ کے برابر ہوگا۔ اس امر کو ریاضی کی زبان میں
 حسب ذیل ادا کر سکتے ہیں:—

$$\text{تختی کا رقبہ} \times F = \sum (AB \times D \times LA)$$

$$= \sum (AB \times D \times MA)$$

$$= \sum (AB \times D) \times MA$$

$$= \sum (AB \times D) \times MA$$

$$\text{یعنی } F = \frac{\text{ساختہ شکل کا رقبہ} \times (L \text{ اور } M \text{ کا درمیانی فاصلہ})}{\text{ابتدائی شکل کا رقبہ}}$$

اگر مذکورہ بالا بنیادی خط L کے عوض ایک دوسرا عملی القوام
 خط لے کر مندرجہ بالا طریقہ سے شکل کھینچی جائے تو موخر الذکر بنیادی
 خط سے مرکز جاذبہ کا فصل F حسب عمل بالا دریافت ہو سکتا ہے۔ لہذا
 F اور F کی قیمتوں سے مرکز جاذبہ کا ٹھیک محل دریافت ہو جائیگا۔
 اگر تختی کسی خط کے دونوں طرف متماثل ہو تو ضرور ہے کہ مرکز جاذبہ

محور تشاکل میں واقع ہوگا۔ اس صورت میں مرکز جاذبہ کا محل دریافت کرنے کے لئے صرف ایک ہی عمل کی ضرورت ہوگی۔ یعنی اگر صرف ف کی قیمت معلوم ہو جائے تو مرکز کا محل دریافت ہو جائیگا۔

تخریب ۳۶ — مرکز جاذبہ کی ترتیبی تعیین۔

ایک مثلث متساوی الساقین کھینچو اور اس کے قاعدہ کو محور ل و ل کے عملاً ثابت کرو کہ مثلث مذکور کے مرکز جاذبہ کا فصل قاعدہ سے اس کے فاصلے کے ۱/۲ کے برابر ہے۔ مذکورہ بالا امر ثابت کرنے میں جن رقبوں کی ضرورت پڑے ان کی پیمائش سطح پیمائش کے ذریعہ سے کرو۔

نصف دائرہ کے مرکز جاذبہ کا بھی محل دریافت کرو۔

کسی یکساں ہموار پترے کے جمود کے معیار اثر کی ترتیبی تعیین

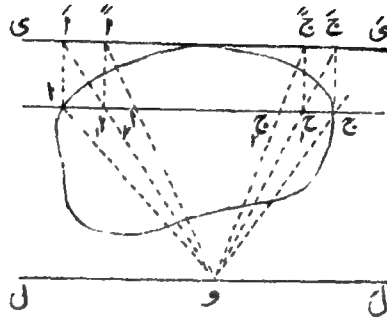
(جمود کے معیار اثر کی تعریف صفحہ ۳۲ میں کی گئی ہے)

پترے کے جمود کا معیار اثر دریافت کرنے کے لئے ویسا ہی عمل کیا جاتا ہے جیسا کہ اس کے مرکز جاذبہ کے محل دریافت کرنے میں۔

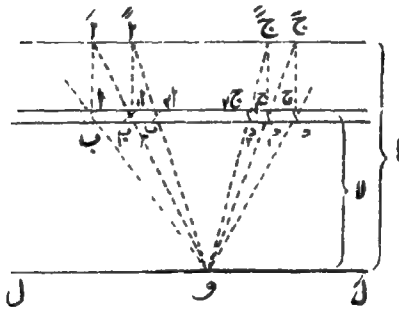
جب نقطے 'ا'، 'ب'، 'ج' وغیرہ دریافت ہو جائیں تو ان نقطوں سے خطوط ل و ل کے علی القوائم خطوط کھینچو اور فرض کرو کہ یہ خطوط خط 'ی' سے نقاط 'ا'، 'ب'، 'ج' وغیرہ پر ملتے ہیں۔ و 'ا'، و 'ب' وغیرہ کو ملاؤ۔

یہ خطوط اپنی نظیری متوازیات کو بالترتیب نقاط 'ا'، 'ب'، 'ج' وغیرہ پر قطع کرتے ہیں (شکل ۳۷ دیکھو) یعنی 'ا'، 'ب'، 'ج' وغیرہ کھینچو اور اس حاصل شدہ شکل کا رقبہ دریافت کرو۔ تختی (پترے) کے جمود کا معیار اثر محور ل و ل کے گرد مذکورہ بالا شکل (یعنی 'ا'، 'ب'، 'ج' وغیرہ) کے رقبہ اور خطوط ل و ل اور

ی م کے درمیانی فاصلہ کے مربع کے حاصل ضرب کے برابر ہے۔



شکل ۴۴۔ جمود کے معیار اثر کا تریسی طریقہ



شکل ۴۵۔ جمود کے معیار اثر کے تریسی طریقہ کا ثبوت

ثبوت۔ ابتدائی شکل یعنی تختی کے ایک ایسے پتلے ٹکڑے پر غور کرو جو دو قریب ترین متوازیات کے درمیان واقع ہے۔

$$\begin{aligned} ۱ \text{ اور } ۲ \text{ کے درمیان ٹکڑے کا طول} &= ۱ \text{ ج} \times \frac{۱}{۲} \\ ۱ \text{ اور } ۲ \text{ کے درمیان ٹکڑے کا طول} &= ۱ \text{ ج} \times \frac{۱}{۲} \\ \text{اس لئے } ۱ \text{ اور } ۲ \text{ کے درمیان ٹکڑے کا طول} &= ۱ \text{ ج} \times \frac{۱}{۲} \end{aligned}$$

$$\text{یعنی } \frac{A.J.}{A.J.} = \frac{r_1}{r_2}$$

ٹکڑے کے مختلف حصوں کا انتصابی بُعد (یعنی عرض) ایک ہی ہے
اس لئے تختی کے ٹکڑے کا رقبہ
ساختم شکل میں نظیری ٹکڑے کا رقبہ

$$\frac{\text{رقبہ } A.B.C}{\text{رقبہ } A.B.C.D} =$$

محور ول کے گرد پورے پترے کے جمود کا معیار اثر ہر ٹکڑے
کی کیت مادہ اور محور مذکور سے اُس کے فصل کے مربع کے حاصل ضرب
کے مجموعہ کے برابر ہے۔ یعنی

$$\text{پورے پترے کے جمود کا معیار اثر} = M$$

$$= (A.B.C.D \times r_1)$$

$$\text{مگر } A.B.C.D \times r_2 = A.B.C.D \times r_1$$

$$\text{اس لئے } M = (A.B.C.D \times r_2)$$

$$= (A.B.C.D \times r_1)$$

$$= \text{ساختم شکل کا رقبہ} \times r_1$$

تجربہ ۳ — گول پترے کے جمود کے معیار اثر
کی تریسی تعین۔ ایک نصف دائرہ کھینچو اور اس کے قطر کو محور ول
قرار دے کر قطر کے گرد نصف دائرہ مذکور کے جمود کا معیار اثر دریافت
کرو۔ قطر کے گرد پورے مدور پترے کے جمود کا معیار اثر نصف دائرہ
کے جمود کے معیار اثر کا دوچند ہوگا۔ علماً ثابت کرو کہ مدور پترے کا
معیار اثر = $\frac{1}{2} \pi r^2$ جہاں r دائرے کا نصف قطر ہے۔ (اس تجربہ

۱. اسمر شعت قطر کا پترالینا مناسب ہے۔
 تجربہ ۳۸۔ مستطیلی پترے کے معیار اثر
 کی تریبی تقسیم۔ ایک مستطیل کہیں جو جس کا طول ط ہے اور عرض
 ع (اس تجربہ میں ط کا طول ۵ اسمر اور ع کا طول ۱۰ اسمر لینا مناسب
 ہے)۔ مستطیل کو دو برابر حصوں میں ایک ایسے خط سے تقسیم کرو جو اس
 کے طول کے متوازی ہو۔ اس تقسیم کرنے والے خط کو محور ل و ل
 قرار دیکر نصف مستطیل کے جمود کا معیار اثر دریافت کرو۔ ظاہر ہے کہ
 پورے مستطیل کے جمود کا معیار اثر نصف مستطیل کے جمود کے معیار اثر سے دو چند ہوگا۔
 علما یہ بھی دکھاؤ کہ معیار اثر مذکور کی قیمت ط ع کے برابر ہے۔
 تقسیم کرنے والے خط کو مستطیل مذکور کے عرض کے متوازی
 لے کر اس تجربہ کو دہراؤ۔

یہ معلوم ہوا ہوگا کہ مذکورہ بالا بیان میں پترے کی کمیت مادہ کا مطلق
 ذکر نہیں کیا گیا ہے۔ پترے کے صرف کنارے کا نشان کاغذ پر کر لیا جاتا ہے
 اور عمل کو پترے کے صرف رقبہ سے تعلق ہے۔ جو نتیجہ حاصل ہوتا ہے اس
 کو بالعموم کسی محور کے گرد رقبہ کے جمود کا معیار اثر کہتے ہیں۔ فن انجینیئر
 میں اسی معیار اثر کی عموماً ضرورت پڑتی ہے۔ بہر حال اگر مادے کے حقیقی
 پترے کے جمود کے معیار اثر کی ضرورت ہو تو اس کی قیمت اس کے
 رقبہ کے جمود کے معیار اثر کی قیمت کے ذریعہ سے حسب ذیل دریافت
 ہو سکتی ہے:۔

کسی پترے کے رقبہ کے جمود کا معیار اثر عدد اُس ہمشکل پترے
 کے جمود کے معیار اثر کے برابر ہے جس کے مادہ کی سطحی کثافت ایک ہے۔
 لہذا اگر رقبہ کے جمود کا معیار اثر مذکورہ بالا تریبی طریقہ سے معلوم ہو تو ایک
 ہمشکل پترے کے جمود کا معیار اثر کسی ایک متشابه محور کے گرد رقبہ
 مذکورہ کے جمود کے معیار اثر کو پترے کے مادہ کی سطحی کثافت سے ضرب

دینے سے حاصل ہو جائیگا۔ یاد رہے کہ سطحی کثافت = $\frac{\text{کمیت مادہ}}{\text{رقبہ}}$

۶۔ ترسیمی سکونیات

قوتوں کے کسی دئے ہوئے نظام کے زیرِ عمل کوئی جسم تعادل میں ہوگا یا نہیں اس کی جانچ بالکل ترسیمی عمل سے ہو سکتی ہے۔ توتوں دو قسم کی حرکتیں پیدا کر سکتی ہیں:-(۱) انتقالی حرکت (ب) محوری حرکت۔ اول الذکر حرکت صفر کے برابر ہوگی اگر کسی سمت میں حاصل قوت صفر ہو۔ موخر الذکر حرکت صفر کے برابر ہوگی اگر قوتوں کا حاصل معیار اثر کسی محور کے گرد صفر ہو۔

اس امر کا ترسیماً جانچنا کہ انتقالی حرکت صفر ہے، فی الحقیقت قوتوں کے کثیر الاضلاع کا کھینچنا ہے۔ اگر کثیر الاضلاع مکمل ہے تو حاصل قوت کسی سمت میں صفر ہے یعنی جسم میں کوئی انتقالی حرکت نہیں۔

اگر ہم ترسیمی عمل کی کوئی ایسی ترکیب مل جائے جس سے یہ بھی معلوم ہو جائے کہ قوتوں کا حاصل معیار اثر کسی محور کے گرد صفر ہے تو قوتوں کے کسی نظام کے زیرِ عمل جسم تعادل میں ہے یا نہیں اس کے جانچنے کا ایک مکمل ترسیمی طریقہ حاصل ہو جائے گا۔

معیار اثر کی قیمت صفر ہے یا نہیں اس کو جانچنے کے لئے جو ترسیمی طریقہ اختیار کیا جاتا ہے اس کو ربطی کثیر الاضلاع یا رسیملی کثیر الاضلاع کہتے ہیں۔

فرض کرو کہ شکل ۳۴ میں 'ا'، 'ب'، 'ج'، 'د' اور 'ی' قوتوں کے کسی ایک نظام کی تعبیر کرتے ہیں اور جسم میں ان قوتوں کے زیرِ عمل نہ انتقالی حرکت ہے اور نہ محوری۔ تو انی کثیر الاضلاع اس شکل کا ہوگا جیسا کہ شکل ۳۵ میں پورے کھینچے ہوئے خطوں سے دکھایا گیا ہے اور یہ کثیر الاضلاع مکمل ہوگا۔

متوازی پ ق کھینچو۔

خط پ ق اور قوت ب کے خط عمل کے نقطہ تقاطع ق سے قوتوں ب اور ج کے درمیان خط و ب ج کے متوازی خط ق ہ کھینچو۔ قوت ج سے قوت د تک و ج د کے متوازی خط ہا سے کھینچو اور علیٰ ہذا۔ اس عمل سے ایک شکل حاصل ہوگی جیسا کہ 'ب' ج 'د' اور ی قوتوں کے خطوط عمل کے درمیان نقطہ دار خطوں سے شکل ۲۷ میں دکھایا گیا ہے۔

اس شکل کو ربطی کثیر الاضلاع یا رسیانی کثیر الاضلاع کہتے ہیں۔ اگر یہ شکل مکمل ہو تو عمل کرنے والی قوتیں جسم پر گردشیں معیار اثر نہیں پیدا کریں گی۔ لہذا جسم کے تعادل کے شرائط حسب ذیل بیان کئے جاسکتے ہیں:۔ کسی جسم کے تعادل کے لئے قوانی کثیر الاضلاع کو مکمل ہونا چاہیے اور ربطی یا رسیانی کثیر الاضلاع کو بھی مکمل ہونا چاہیے۔

اگر مذکورہ بالا دونوں کثیر الاضلاع کے پیچھے جانے پر یہ معلوم ہو کہ وہ مکمل نہیں ہیں تو قوانی کثیر الاضلاع کو مکمل کرنے والے خط کا کھینچنا ضرور ہے۔ یہ خط متعادل قوت کی مقدار اور سمت عمل بتلائے گا۔ رسیانی کثیر الاضلاع کے کھٹے سروں کو یہاں تک بڑھاؤ کہ وہ آپس میں مل جائیں۔ نقطہ تقاطع قوت زیر بحث کے خط عمل پر واقع ہوگا۔ قوت مذکور کی مقدار اور سمت عمل قوانی کثیر الاضلاع سے معلوم ہو چکی ہیں لہذا جسم کو تعادل میں رکھنے والی قوت مکمل طور سے دریافت ہو جائے گی۔

قوتیں 'ا' ب 'ج' اور 'د' معلوم فرض کر کے شکل ۲۷ میں قوت ہی کی مقدار اور سمت عمل انہیں طریقوں سے دریافت کی گئی ہیں۔

رسیانی کثیر الاضلاع کے متعلق جو کچھ اوپر بیان کیا گیا ہے اس کے ثبوت یا اس کے متعلق مزید معلومات حاصل کرنے کے لئے علمی ریاضیات کی کتابیں دیکھو۔

تجزیہ ۲۷۔ قوانی کثیر الاضلاع اور

ربطی کثیر الاضلاع کا کھینچنا —

پہلے پتے کا ایک ٹکڑا یا دھات کا ایک پترا لو اور اُس کے کسی چار نقطوں سے ڈوریاں لگاؤ اور ان ڈوریوں کے دوسرے سروں پر مختلف وزن باندھو۔ بعد اس کے قوتوں کے کثیر الاضلاع کی تصدیق کے لئے جو آلہ استعمال کیا گیا تھا اُس کی چرخوں پر مذکورہ بالا ڈوریاں کو گزار کر پترے کو لٹکاؤ۔ چرخوں کو اس طرح مرتب کرو کہ پترے پر قوتیں مختلف سمتوں میں عمل کر سکیں۔ نقشہ کشی کے تختہ کے کاغذ پر مذکورہ بالا پترے کا خاکہ کھینچو اور پترے پر عمل کرنے والی چار قوتوں میں سے کسی تین قوتوں کی مقداروں اور سمتوں کی تعبیر کریں والے خطوط کھینچو۔

مذکورہ بالا تین قوتوں سے قوائی کثیر الاضلاع اور ریسمانی کثیر الاضلاع تیار کرو۔ ان قوتوں کے زیر عمل پترے کو ساکن رکھنے کے لئے جس چوتھی قوت کی ضرورت ہوگی اُس کی مقدار و خط عمل دریافت کرو۔ اس امر کی تصدیق کرو کہ وہ چوتھی قوت جو پترے پر فی الحقیقت عمل کر رہی ہے مقدار میں اول الذکر قوت کے برابر ہے اور اس کا خط عمل وہی ہے جو ترسیمی طریقہ سے حاصل ہوا ہے۔

تجربہ نمبر ۴۔ کسی پترے کے وزن کی ترسیمی تقسیم — ترسیمی سکونیات میں مزید مشق حاصل کرنے کے لئے ایک بھاری پترا استعمال کیا جاسکتا ہے۔ پترے کو چرخوں پر گزرنے والی تین ڈوریوں سے اس طرح لٹکاؤ کہ تین قوتیں مختلف سمتوں میں اور ایک ہی سطح پر کے مختلف نقطوں پر عمل کریں۔ جسم مذکور کو قوائے مذکورہ کے زیر عمل متبادل میں رکھنے کے لئے جس قوت کی ضرورت ہوگی اُس کو دریافت کرو۔ یہ حاصل شدہ قوت پترے کے وزن کے برابر ہوگی۔ یہ ضرور ہے

کہ تریسی طریقہ سے جو خطِ عمل حاصل ہوگا وہ پترے کے مرکزِ جاذبہ سے انتصاباً گزرے گا۔

حسب بیان مندرجہ صفحہ ۱۲۵ پترے کا مرکزِ جاذبہ دریافت کرو اور پترے کو براہِ راست تول کر اُس کا وزن بھی دریافت کرو۔ ان معلومات سے متذکرہ بالا نتیجوں کی تصدیق کرو۔

۷۔ رگڑ

جب کبھی دوسرے کرنے والے اجسام کو ایک دوسرے کی اضافت سے متحرک کرنے کی کوشش کی جاتی ہے تو اُس وقت ایسی قوتیں پیدا ہو جاتی ہیں جو حرکت کی مخالف سمت میں عمل کرنے لگتی ہیں اگرچہ ایسی قوتیں خاصیت کے لحاظ سے آپس میں بالکل جداگانہ قسم کی ہوتی ہیں مگر وہ بالعموم فرکی قوتوں یا رگڑ کی قوتوں کے نام سے موسوم کی جاتی ہیں۔ سیالی رگڑ کی تحقیقات عموماً لزوجت کے تجربوں کے تحت میں ہوتی ہے اور اس کتاب میں اُس کے بیان کرنے کی گنجائش نہیں۔

ٹھوس اجسام کے درمیان رگڑ

جب دو ٹھوس اجسام آپس میں مس کرتے ہیں تو ان کے درمیان عمل کرنے والی قوتیں بالعموم دو اجزائے ترکیبی میں تحلیل ہو سکتی ہیں۔ دونوں اجسام کے باہمی عمود کی سمت والے جزو کو اجسامِ مذکورہ کے درمیان کا دباؤ کہہ سکتے ہیں اور دوسرے جزو کو جو عمودِ مذکور کے علی القوائم سمت میں عمل کرتا ہے رگڑ کی قوت سے موسوم کر سکتے ہیں۔ جب کوئی خارجی قوت متذکرہ بالا اجسام میں سے کسی ایک پر اس طرح لگائی جائے کہ اُس کا تقاضا یہ ہو کہ وہ جسم عمود کے علی القوائم

سمت میں حرکت کرے تو اس صورت میں ایسی رگڑ کی قوت ظہور پذیر ہوتی ہے جو پھسلنے والی حرکت کو روکنے کا تقاضا کرتی ہے۔ اس وقت تک کہ اضافی حرکت واقع نہ ہو رگڑ کی قوت اور لگائی ہوئی خارجی قوت آپس میں متوازن رہتی ہیں۔ اگر خارجی قوت بتدریج بڑھائی جائے تو ایک حد ایسی آئیگی کہ پھسلنے والی حرکت عین شروع ہونے کے موقع پر ہوگی۔ اس حالت میں جو رگڑ کی قوت ظہور پذیر ہوتی ہے اس کو انتہائی رگڑ کہتے ہیں۔

آپس میں مس کرنے والی دو ٹھوس سطحوں کے درمیان انتہائی رگڑ کی مقدار مس کرنے والی سطحوں کے رقبہ پر موقوف نہیں بشرطیکہ سطحوں کو آپس میں دبانے والی قوت بہت بڑی نہ ہو اور رقبہ جس پر قوت عمل کرے اس قدر چھوٹا نہ ہو کہ دبانے والی قوت کے زیر عمل سطحوں کی شکل صریحاً بگڑ جائے۔

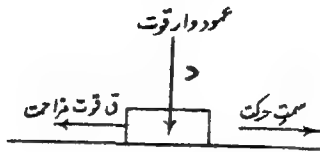
حرکت کی حالت میں دو ٹھوس اجسام کی سطحوں کے درمیان رگڑ کی مقدار ان دو سطحوں کی اضافی رفتار پر بھی موقوف نہیں۔

انتہائی رگڑ مس کرنے والی ٹھوس سطحوں کی نوعیت اور حالت پر اور سطوح مذکورہ کو آپس میں دبانے والی قوت پر مبنی ہے۔ یہ انتہائی رگڑ دو سطحوں کو آپس میں دبانے والی قوت کے تناسب سے ہے اور اس نسبت سے ہم کو دونوں سطحوں کے درمیان رگڑ کا مکڑ ملتا ہے۔

رگڑ کے مکڑ

دو سطحوں کے درمیان رگڑ کے مکڑ سے وہ نسبت مراد ہے جو رگڑ کی قوت کو سطوح مذکورہ کو آپس میں دبانے والی قوت کے ساتھ ہے۔ مثلاً شکل ۱۱ پر غور کرو دونوں سطحوں پر عموداً عمل کرنے والی قوت (دباؤ کی قوت) \propto ہے اور ان کی اضافی حرکت روکنے والی قوت Q ہے

توسط مذکورہ بالا کے درمیان رگڑ کا کمزور = $\frac{Q}{D}$ - اس کمزور کو عموماً



شکل ۲۵ - رگڑ کی قوت

مہ کے نشان سے ظاہر کرتے ہیں۔

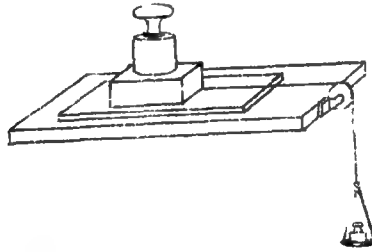
یعنی مہ = $\frac{Q}{D}$

سکونی اور حرکی رگڑ

ایک دی ہوئی قوت سے دبائی ہوئی دو سطحوں میں سے ایک کو دوسری پر عین پھسلانے کے لئے جس قوت کی ضرورت پڑتی ہے وہ اس قوت سے زیادہ ہے جو حرکت شروع ہو جانے کی حالت میں حرکت کو جاری رکھنے کے لئے درکار ہے۔ لہذا سطحوں پر کسی ایک عمودی قوت (دبانے والی قوت) کے لحاظ سے رگڑ کی دو قوتیں عمل میں آتی ہیں۔ ایک تو سکونی رگڑ کی قوت کے نام سے موسوم ہے اور دوسری حرکی رگڑ کی قوت کے نام سے۔ اول الذکر قوت اس قوت کے برابر ہے جو حرکت شروع کرنے کے لئے لگانی پڑتی ہے یعنی وہ باہمی قوت ہے جو ساکن سطحوں پر عمل کرتی ہے۔ یوزر الذکر قوت یعنی حرکی رگڑ کی قوت اس قوت کے برابر ہے جو حرکت شروع ہو جانے کے بعد مس کرنے والی سطحوں میں سے ایک سطح کو دوسری سطح پر مستقل حرکت میں قائم رکھنے کے لئے درکار ہے۔ ان دو قوتوں کے لحاظ سے رگڑ کے دو کمزور ہونگے۔ سکونی رگڑ کا کمزور بلا استثناء ہمیشہ حرکی رگڑ کے کمزور سے بڑا ہوگا۔

تجربہ ۴۱۔ افقی میز پر ایک کُندے کو حرکت دیکر رگڑ کے مکڑ کی تعین — میز کی سطح افقی میں درست کرلو۔ لکڑی یا دھات کا ایک مستطیلی کُندا لے کر اُس کے پہلو میں ایک چھوٹا سا کُندا یا ایک گاڑو۔ کُندے کو تول کر اُس کو میز کی سطح پر رکھو۔ کُندے سے ایک ڈوری لگاؤ اور ڈوری کو ایک ایسی چرخی پر سے گزارو کہ ڈوری کا وہ حصہ جو کُندے اور چرخی کے درمیان واقع ہے افق کے متوازی ہو۔ ڈوری کے آزاد سرے سے ترازو کا ایک ایسا چھوٹا پلڑا لٹکاؤ جس پر مختلف وزن رکھے جاسکیں۔

(۱) سکونی رگڑ کے مکڑ کی تعین — کُندے پر ایک معلوم ہٹ رکھو۔ یہ ہٹ دبانے والی قوت کا کام دیگا۔ بعد اس کے پلڑے پر وزن رکھ کر اسکو بالتدريج بڑھاتے جاؤ یہاں تک کہ کُندا عین حرکت کرنے لگے۔ کُندے کو متحرک کرنے والی قوت اور سطحوں کو دبانے والی قوت کے درمیان جو نسبت ہے اُس کو دریافت کرو۔ یہ نسبت مَس کرنے والی دو سطحوں کے درمیان



شکل ۴۱۔ رگڑ کے مکڑ کی تعین

سکونی رگڑ کا مکڑ ہے۔ کُندے پر مختلف ہٹ رکھ کر تجربہ کو دہراؤ اور دکھلاؤ کہ نسبت مذکورہ بالا تقریباً مستقل ہے۔

پلڑے پر جو قوت ق عمل کرتی ہے اُس میں پلڑے کا ذاتی وزن بھی شامل ہے اور قوت μ میں کُندے کا اپنا وزن بھی شریک ہے۔

مشاہدات کو حسب ذیل جدول کی صورت میں قلمبند کرو۔

نمبر تجربہ	د	ق	رگڑ کا مکز مہ

اوسط قیمت مہ =

مہ کی اوسط قیمت سکونی رگڑ کا مکز ہے۔

(۲) حرکی رگڑ کے مکز کی تعین — سکونی رگڑ کے تجربہ کی طرح کُندے پر باٹ رکھ کر پلے پر وزن بتدیج بڑھاتے جاؤ یہاں تک کہ خیف سا دھکا دینے پر کُندا مستقل رفتار سے (یعنی بغیر اسراع) میز پر متحرک ہونے لگے۔ کُندے کو حرکت میں قائم رکھنے والی قوت اور سطحوں کو دبانے والی قوت کے درمیان جو نسبت ہے اُس کو دریافت کرو۔ اس نسبت کو مَس کر نیوالی دو سطحوں کے درمیان حرکی رگڑ کا مکز کہتے ہیں۔ اس تجربہ کو کُندے پر مختلف باٹ رکھ کر دہراؤ اور ثابت کرو کہ مذکورہ بالا نسبت تقریباً مستقل ہے مگر اس کی قیمت سکونی رگڑ کے مکز سے کم ہے۔ مشاہدات کو مندرجہ بالا جدول کی صورت میں درج کرو اور حرکی رگڑ کے مکز کی اوسط قیمت دریافت کرو۔

اگر تجربات مندرجہ بالا میں میز کی سطح پر پٹیل یا جست کا چٹپٹا پیرا لگا دیا جائے اور مختلف اشیاء کے بنے ہوئے کُندے لئے جائیں تو مَس کر نیوالی سطحوں کے چند مختلف اقسام کے چوڑوں کے درمیان رگڑ کے مکز دریافت کئے جاسکتے ہیں۔ مکز کی مختلف قیمتیں حاصل کرنے کے لئے اشیاء کا ایک مناسب انتخاب

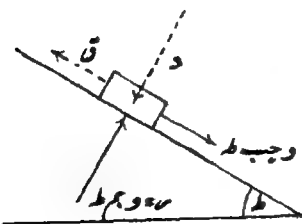
حسب ذیل ہے:-

- (۱) کلکڑی پر کلکڑی (ریٹھے متوازی ہوں)
- (۲) کلکڑی پر کلکڑی (ریٹھے علی القوائم ہوں)
- (۳) جست پر جست
- (۴) پتیل پر پتیل
- (۵) پتیل پر کلکڑی
- (۶) جست پر کلکڑی

مختلف نتیجوں میں مطابقت قائم رکھنے کے لئے یہ ضروری ہے کہ پتھر کی تمام سطح یکساں اور ایک ہی طرح مجلات ہو۔ اگر یہ صورت نصیب نہ ہو تو نجلی سطح (مینز) کا ہمیشہ ایک ہی حصہ تجربہ میں استعمال کرنا چاہیئے۔ اس امر کے لئے ثابت سطح (یعنی مینز کی سطح) پر ایک نشان لگادیا جاتا ہے اور ہر تجربہ میں کُنڈا اسی نشان سے متحرک کیا جاتا ہے۔

یہ بھی ضروری ہے کہ سطحوں کے کسی مقرر جڑے کے ساتھ جتنے تجربے کئے جائیں ان میں ہمیشہ مس کرنیوالی سطحوں کی حالت یکساں رہے۔ کھینچنے والی قوت لگانے کے قبل اگر سطحیں آپس میں دبائی جائیں تو رگڑ کے کمزور میں ایک مدت تک تبدیلی واقع ہوگی مگر سطحوں پر رطوبت جم جانے کی حالت میں کمزور بالکل بدل جائیگا۔

سطح مائل پر انتہائی تعادل



شکل نمبر ۵۔ سطح مائل پر رگڑ

جب کوئی جسم سطح مائل پر ساکن رکھا جائے اور سطح مذکور اور آفتق کے درمیان کا زاویہ طہ بتدریج بڑھایا جائے یہاں تک کہ جسم سطح کے نیچے کی طرف چلنے کے موقع پر آجائے تو

اس صورت میں رگڑ کی قوت اپنی انتہائی قیمت اختیار کر لیتی ہے۔ جیسا کہ سکونی سطح مائل کے بیان کے تحت میں (صفحہ ۱۱۱) دکھلایا گیا ہے جسم کو سطح کے نیچے کھینچنے والی قوت اس قوت Q کے برابر ہے جو جسم کو رگڑ کی عدم موجودگی میں سطح پر ساکن رکھنے کے لئے درکار ہے۔ دو سطحوں کی آپس میں دباؤ والی قوت سطح مائل کے رد عمل سے برابر ہے۔

رگڑ کا کمزور حصہ = $\frac{Q}{S}$
اب شکل ۱۱ پر غور کرو۔

$Q = W \sin \theta$

اور $S = W \cos \theta$

اس لئے $\mu = \frac{Q}{S} = \frac{W \sin \theta}{W \cos \theta} = \tan \theta$

یہاں μ کندے کا وزن ہے

تجربہ ۱۱۔ سطح مائل کے ذریعہ سے رگڑ کے کمزور کنی تعیین کسی شے کا بنا ہوا ایک مستطیلی کُندا سطح مائل پر رکھو اور سطح مذکور کا میلان بتدریج بڑھاؤ۔ میلان کی ایک خاص قیمت پر کُندا پھسلنے لگیگا۔ جب کُندا عین پھسلنے کے موقع پر ہو تو زاویہ میلان قلمبند کر لو۔

اب کُندے پر باٹ رکھ کر تجربہ کو دہراؤ۔ بوجھل کُندا پھر تقریباً اُسی زاویہ میلان پر پھسلنے لگیگا جیسا کہ پہلے تجربہ میں خالی کُندا۔ فرض کرو کہ یہ زاویہ میلان θ ہے۔

تجربہ مندرجہ بالا کو پھر دہراؤ مگر اس دفعہ وہ زاویہ میلان دریافت کرو جبکہ کُندے کو ذرا سا دھکا دینے پر سطح کے نیچے اس کی حرکت جاری رہے یہ دکھلاؤ کہ کُندے پر خواہ باٹ رکھے جائیں یا نہ رکھے بائیں ہر حالت میں سطح مائل کا زاویہ میلان ایک ہی رہتا ہے۔ فرض کرو کہ یہ زاویہ میلان θ ہے۔

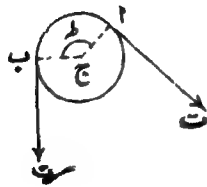
صورت ہذا میں میلان کی قیمت اتنی بڑی نہیں ہے جیسا کہ اس حالت میں جب گٹنا خود بخود بغیر دھکا دئے ہوئے متحرک ہو جاتا ہے۔
لہذا سکونی رگڑ کا مرکز مس طہ ہے اور حرکتی رگڑ کا مرکز مس طہ ہے۔

سطح اہل مذکور پر مختلف اشیاء کی چادریں چڑھا کر اور مختلف اقسام کے کٹے لے کر حسب بالا تجربے کئے جاسکتے ہیں اور اس طرح مختلف سطحوں کے درمیان رگڑ کے مرکز دریافت ہو سکتے ہیں۔

ثابت چرخہ پر رسی کی رگڑ

جب کوئی تسمہ یا رسی کسی ثابت استوانہ پر سے کھینچی جائے تو رسی کے دونوں طرف غیر مساوی تناؤ رہنے پر بھی متبادل قائم ہو سکتا ہے کیونکہ یہاں تناؤ کے سوا ایک دوسری قوت یعنی دوس کر نیوالی سطحوں کے درمیان رگڑ عمل میں آ جاتی ہے۔

فرض کرو کہ شکل ۱ میں رسی نقطہ ب سے ۱ کی طرف عین پھسلنے کے موقع پر ہے اور تناؤات تناؤات سے بڑا ہے۔ تو نظری طریقہ سے یہ ثابت کیا جاسکتا ہے کہ ت = ت۰ وہ طہ جہاں رگڑ کا مرکز ہے۔ طہ زاویہ ۱ ج ب سے شکل ۱ اور یہ رسی اور استوانہ کے درمیان زاویہ تماس ہے اور وینیبیلی یا طبعی لوکار تھر کا اساس ہے یعنی



شکل ۱۔ چرخہ پر رسی

$$\mu = 2.61828$$

اور نو کی تعبیر حسب ذیل سلسلہ سے ہوتی ہے :-

$$1 + \frac{1}{10} + \frac{1}{100} + \frac{1}{1000} + \frac{1}{10000} + \dots = 1.1111\dots$$

مساوات ۱۰ - ت و مہ ط کے طریقہ سے نو کا رتم اساس نو پر لینے سے

لوک ۱۰ ت = لوک ۱۰ ت + لوک ۱۰ (و مہ ط)

یعنی لوک ۱۰ ت - لوک ۱۰ ت = مہ ط
بغرض تحسب نو کا رتم ہذا کو اساس ۱۰ پر کے نو کا رتموں میں تبدیل کر دو

لہذا (لوک ۱۰ ت - لوک ۱۰ ت) لوک ۱۰ = مہ ط

$$2530258 = 10 \text{ لوک ۱۰}$$

موجودہ ضرورت کے لحاظ سے اگر اس کی قیمت صرف ۲۵۳ لی جائے تو کافی صحت حاصل ہوگی۔

$$2530258 \text{ اس لئے رگڑ کا کمز مہ } = \text{لوک ۱۰ ت - لوک ۱۰ ت}$$

یہاں زاویہ ط کی پیمائش نیم قطریوں میں ہونی چاہیے۔

$$\text{یا در ہے کہ } 180^\circ = 180^\circ \text{ درجے}$$

تجربہ ۲۲ - چرخہ اور رستی کے درمیان رگڑ کے کمز کی تعین - مندرجہ بالا نتائج کی تشریح کے لئے جو

آلہ استعمال کیا جاتا ہے وہ ایک ایسے دھاتی استوانہ پر مشتمل ہے جس کی سطح پر سے تسمہ یا رستی کھینچی رہتی ہے اور اس رستی کے دونوں سروں سے وزن لٹکا کر مختلف تناؤ پیدا کئے جاتے ہیں۔

یہ زیادہ مناسب ہے کہ رستی کے ایک سرے پر ایک مستقل وزن

مثلاً ۱۰ گرام کا وزن لگا رہے اور دوسرے سرے سے تناؤ کا ایک پڑا بندھا

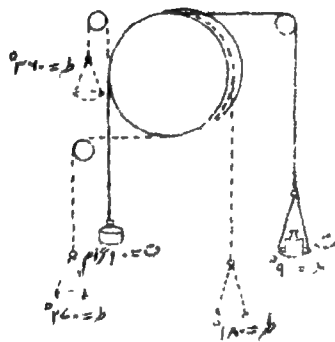
رہے تاکہ پڑے پر وزن بتدریج گھٹایا یا بڑھایا جاسکے۔ مگر اس صورت میں

ضروری ہے کہ پڑے کا ذاتی وزن حساب میں شریک رہے۔ بعض

اوقات جب تجربہ میں نزاکت ترقی نظر رہتی ہے تو پڑے کو لٹکانے والی

ڈوری کا وزن بھی محسوب کر لیا جاتا ہے۔

رستی اور مستوانہ کے درمیان مختلف ”زور یا تماس“ پیدا کرنے کے لئے رستی ایک ایسی جھوٹی چرنی پر ڈالی جاتی ہے جس کا مقام حسب ضرورت بدلا جاسکے جیسا کہ شکل ۵۲ میں دکھایا گیا ہے۔ اس جھوٹی چرنی پر کی رگڑ یہاں نظر انداز کیا جاسکتی ہے۔



شکل ۵۲۔ رستی اور چرخہ کے درمیان رگڑ

زوایا ۹۰، ۱۸۰، ۲۷۰، ۳۶۰، ۴۵۰، ۵۴۰ وغیرہ کے لحاظ سے
 مستوانہ کے محیط برابر برابر فاصلوں پر نشانات لگائے جاسکتے ہیں۔
 اور اس کے بعد مستوانہ پر رسی اس طرح لپیٹی جاسکتی ہے کہ مس
 کرنے والے توس کا زاویہ مندرجہ بالا زاویوں میں سے کوئی ایک ہو۔
 کسی خاص زاویہ تماس کے لحاظ سے یہ دریافت کرو کہ رسی کو اتار
 پر عین پھسلانے کے موقع پر لانے کے لئے پردے پر کتنے وزن کی ضرورت ہے۔
 حسب جدول مندرجہ ذیل نتائج درج کرو:-

زادہ قیاس ط	تناؤ ت	لوک ت ت	تناؤ ت	لوک ت ت	لوک ت - لوک ت ط
۹۰ ۱۸۰ ۲۷۰ وغیر					

اوسط قیمت مر =

✽ یہاں ط کی پیمائش نیم طریقوں میں ہونی چاہئے۔

مفصلہ ذیل دو منحنیوں کے ذریعہ ان قیمتوں کی تعبیر کرو:—
(۱) (ت-ت) کی قیمتوں کو معین اور زاویہ تماس کی قیمتوں کو فصلے مان کر ایک منحنی تیار کرو۔ یہ منحنی اس امر کی تشریح کرے گا کہ تیناؤ زاویہ تماس کے ساتھ ساتھ اسی طرح بڑھتا ہے جس طرح روپیہ کی رقم مرکب سود کے حساب سے بڑھتی ہے۔

دونوں عملی اور نظری طبیعیات میں اس منحنی کی اہمیت بہت زیادہ ہے۔ مثلاً قصری ارتعاش اور فیوٹن کے نظریہ تبرید کے مسئلوں میں حاصل شدہ نتائج سے جو منحنی تیار ہوتا ہے اس کی شکل بجسب ایسی ہی ہوتی ہے۔

(۲) (لوک ت-لوک ت) کی قیمتوں کو معین اور زاویہ کی قیمتوں کو فصلے مان کر ایک دوسرا منحنی تیار کرو۔ مختلف حاصل شدہ نقطے ایک ہی خط مستقیم پر واقع ہونگے۔



فصل ششم

مشینیں

استعداد، توانائی نسبت

اور

رفتاری نسبت

مشین اُس آلہ کو کہتے ہیں جس کے ذریعہ داخل کی ہوئی توانائی کے باعث کام حاصل ہوتا ہے۔ جیلی توانائی کے ہوا کسی دوسری توانائی کی رسد سے جب کام حاصل ہوتا ہے تو اُس صورت میں مشین کے بجائے 'انجن' کا لفظ عموماً استعمال کیا جاتا ہے۔ لیکن یہاں پر ہم صرف مشینوں ہی سے بحث کریں گے۔

استعداد

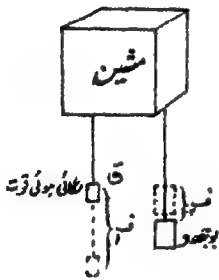
کسی شکل کی مشین میں داخل کی ہوئی توانائی کا صرف ایک حصہ فی الحقیقت مفید کام کے کرنے میں لگایا جاتا ہے۔ اور توانائی کا بقیہ حصہ مشین کے اندر رگڑ کے مقابلے میں ضائع ہو جاتا ہے۔ چینی زیادہ "استعداد" والی مشین ہوتی ہے، داخل کی ہوئی توانائی کا

اتنا ہی زیادہ حصہ کار آمد کام میں صرف ہوتا ہے۔ پس ہم کہتے ہیں کہ مشین کی استعداد سے وہ نسبت مراد ہے جو حاصل شدہ مفید کام کو مجموعی داخل شدہ توانائی کے ساتھ ہے۔ یعنی

$$\text{استعداد} = \frac{\text{حاصل شدہ مفید کام}}{\text{داخل شدہ توانائی}}$$

کامل مشین وہ مشین ہوگی جو داخل شدہ توانائی سے پورا فائدہ اٹھا لے گی۔ یعنی کامل مشین سے وہ مشین مراد ہے جس میں حاصل شدہ مفید کام داخل شدہ توانائی کے برابر ہوتا ہے۔ بناو بریں کامل مشین کی استعداد عدد ایک سے ظاہر کی جاتی ہے۔

ہر ایک قسم کی مشین میں (جیسا کہ شکل ۵۳ سے واضح ہے) فصل فم تک عمل کرنیوالی کوئی قوت ق لگا کر توانائی داخل کی جاتی ہے اور مشین مذکور میں فصل فم تک کسی قوت و کے مقابلہ میں کام حاصل ہوتا ہے۔



جب لگائی ہوئی قوت ق کا نقطہ عمل فصل فم طے کرتا ہے تو مشین میں ق فم توانائی داخل ہو جاتی ہے۔ اور اتنے ہی وقت میں اگر قوت و کا نقطہ عمل فصل فم طے کرے تو حاصل شدہ مفید کام کی مقدار و فم ہوگی۔

شکل ۵۳۔ مشین کا اصول

پس مشین کی استعداد حسب ذیل رشتہ سے حاصل ہوگی۔

$$\text{استعداد} = \frac{\text{و فم}}{\text{ق فم}}$$

مفادِ جلی یا قوائی نسبت

عموماً مشین اس ساخت کی بنائی جاتی ہے کہ اُس میں ایک بوٹی سی قوت Q لگا کر کہیں زیادہ مقدار کا بوجھ W مغلوب کیا جاسکے۔

نسبت $\frac{\text{مشین سے مغلوب بوجھ}}{\text{مشین میں لگائی ہوئی قوت}}$ کو مفادِ جلی کہتے ہیں۔

یونکہ بالعموم اس نسبت سے "نفعِ قوت" کی تعبیر ہوتی ہے۔

مگر یہ صورت ہمیشہ حاصل نہیں ہوتی۔ کیونکہ ایک بہت بڑی Q کو ایک چھوٹے فاصلے تک عمل میں لا کر ایک چھوٹے بوجھ کو ہم کہیں بڑے فاصلہ تک اٹھا سکتے ہیں۔ حالتِ مذکور میں نسبت $\frac{Q}{W}$ ایک سے کم ہوگی۔ یعنی یہاں اس نسبت سے "نفعِ قوت" کے بجائے "انقصانِ قوت" کی تعبیر ہوتی ہے۔ لہذا مفادِ جلی کے نام کے غلط استعمال سے سمجھنے کے لئے بعض اوقات یہ نسبت قوائی نسبت کے نام سے موسوم کی جاتی ہے۔ ورنہ الذکر نام کل صورتوں پر حاوی ہے اور بعض اوقات نسبت $\frac{Q}{W}$ کو ظاہر کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔

مذکورہ بالا امر کو ہم ریاضی کی زبان میں حسبِ ذیل بیان کر سکتے ہیں:-

قوائی نسبت یا مفادِ جلی = $\frac{\text{مغلوب بوجھ}}{\text{مشین میں لگائی ہوئی قوت}}$

رفتاری نسبت

عموماً یہ دیکھا جاتا ہے کہ لگائی ہوئی قوت اور بوجھ کے

نقاط عمل کے طے کئے ہوئے فاصلے آپس میں برابر نہیں ہوتے۔ مثلاً
کے کامل ہونے کی صورت میں W کو Q کے مساوی
ہونا چاہئے۔ یعنی

کامل مشین میں $\frac{W}{Q} = \frac{F}{f}$
بہر حال ایسی مکمل صورت کبھی نصیب نہیں ہوتی اور ہمیشہ
 $W > Q$

یعنی $\frac{W}{Q} > \frac{F}{f}$
عموماً فاصلے W اور Q مشین کے پُرزدوں کی ساخت
کے ملاحظہ سے یا مشین کے مختلف حصوں کی پیمائش سے دریافت
ہو سکتے ہیں۔ اگر مشین کے پُرزے بند بھی ہوں تو کسی فاصلہ Q
کے جواب میں فاصلہ W کی پیمائش بہ آسانی ہو سکتی ہے۔ لہذا
یہ ہمیشہ ممکن ہے کہ نسبت $\frac{W}{Q}$ خواہ پُرزدوں کے محض معائنہ
سے یا براہ راست پیمائش سے دریافت ہو سکے۔

نسبت $\frac{W}{Q}$ سے وہ نسبت مراد ہے جو لگائی ہوئی قوت
کے نقطہ عمل کے طے کردہ فاصلے کو اتنے ہی وقت میں بوجھ
کے نقطہ عمل کے طے کردہ فاصلے کے ساتھ ہے۔ چونکہ دونوں
قوتوں کے اوقات عمل ایک ہی ہیں اس لئے
نسبت $\frac{W}{Q} = \frac{\text{لگائی ہوئی قوت کے نقطہ عمل کی رفتار}}{\text{بوجھ کے نقطہ عمل کی رفتار}}$

فنی انجینیری کے نقطہ نظر سے کام کرنے کی شرح، مقدار کام
کے مقابلہ میں زیادہ اہمیت رکھتی ہے اور اس بناء پر طے شدہ
فاصلے کے مقابلے میں حرکت کی شرح کو انجینیری خیالات کے
ساتھ زیادہ موزونیت ہے۔ اس لئے ان طے شدہ فاصلوں کی
باہمی نسبت کو عموماً رفتاری نسبت کے نام سے موسوم کرتے ہیں۔

لیکن کہ رفتاریں ان فاصلوں کے تناسب میں ہیں۔ یعنی
رفتاری نسبت = لگائی ہوئی قوت کا طے کردہ فاصلہ
 بوجھ کی مزاحمت کا فاصلہ

اگر کسی خاص غرض کے لئے مشین کا انتخاب منظور ہو تو سب سے پہلے مطلوبہ مفادِ جیلی یا قوائی نسبت کا اندازہ لگا لینا چاہئے۔ اور منتخبہ مشین ایسی ہونی چاہئے کہ اُس کی رفتاری نسبت مذکورہ بالا مفادِ جیلی سے اس قدر بڑی ہو کہ مشین کے اندر رگڑ کی وجہ سے جو نقصان ہوتا ہے اُس کی تلافی کافی طور پر ہو جائے۔ (ذیل کا نوٹ دیکھو)۔

رفتاری نسبت، مفادِ جیلی (یا قوائی نسبت)

اور استعداد کے درمیان باہمی رشتہ

ہم دیکھ چکے ہیں کہ استعداد حسبِ ذیل طریقہ سے ظاہر کی جاسکتی ہے:-

$$\text{اس نسبت کو ہم ایک مناسب شکل میں یوں بھی لکھ سکتے ہیں:-}$$

$$\frac{W}{F} = \frac{C}{E}$$

یعنی استعداد = رفتاری نسبت

پس اگر مشین کا مفادِ جیلی تجربہٴ دریافت ہو جائے اور اس کی رفتاری نسبت کی قیمت پیمائش یا ملاحظہ سے معلوم ہو جائے تو ان دونوں کی خارج قسمت سے (استعداد کی قیمت قابلِ حصول ہے۔ نوٹ۔ کچھ تجربہ کے بعد مختلف اقسام کی مشینوں کی استعداد ممکنہ

کا اندازہ کافی صحت کے ساتھ لگایا جاسکتا ہے۔ اگر کسی مشین کی رفتار کی نسبت حسبِ متذکرہ بالا دریافت ہو جائے تو اس کی ممکنہ توانی نسبت (مفادِ جلی) ذیل کے رشتہ سے سرسری طور پر معلوم ہو سکتی ہے:-

مفادِ جلی = رفتار کی نسبت \times استعداد
اور اس طرح سے کسی خاص ضرورت کے لحاظ سے مشین مذکور کی موزونیت کا اندازہ لگایا جاسکتا ہے۔

۲۔ مختلف اقسام کی مشینوں کی استعداد

وغیرہ کی تقسیم

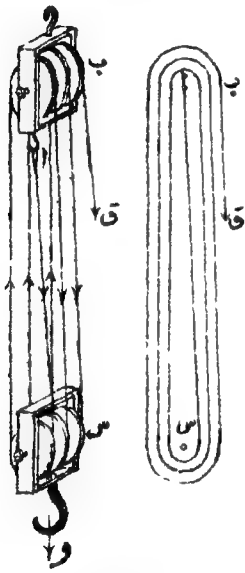
اب چند مختلف اقسام کی مروجہ مشینوں کی ساخت پر بحث کی جائیگی اور اس کے ساتھ ساتھ یہ بھی بتلایا جائیگا کہ ان کی رفتاری نسبتیں ملاحظہ سے کس طرح دریافت ہو سکتی ہیں۔ کل قیموں کی مشینوں کے مفادِ جلی دریافت کرنے کا طریقہ تقریباً ایک ہی جیسا ہے۔

چرخہ کے بلاق

چرخوں کے بلاق کا وہ نظام جس پر یہاں بحث کی جائیگی تین تین چرخوں کے دو بلاقوں پر مشتمل ہے (شکل ۵۴)۔ اوپر والا بلاق ایک شہتیر میں ثابت رہتا ہے اور نیچے والا بلاق اول بالکر بلاق سے ایک ایسی مسلسل ڈوری کے ذریعہ لٹکایا جاتا ہے جو ہر چرخہ پر سے گزرتی ہے۔ اس ڈوری کا ایک سرا اوپر والے بلاق کے ڈھانچے سے بندھا رہتا ہے۔ اور اس کا دوسرا سرا نیچے کی طرف لٹکتا ہے جس کو لٹکائی ہوئی قوت قیام پختی ہے

بوجھ و نیچے والے بلاق کے ڈھانچے سے نکالیا جاتا ہے۔
تجربہ ۴۴۔ چرخہ کے بلاق کے ایک جوڑے
کی استعداد — استعداد کی دریافت کے لئے دو تجربے
درکار ہیں۔

(۱) معائنہ سے رفتار کی نسبت کی تعیین۔ اگر ڈوری کا سراب
فصل ۴ تک نیچے کی طرف کھینچا جائے تو چرخوں پر چڑھی ہوئی



ڈوری کا مجموعہ طول، فصل ۴
کے مساوی کم ہو جائیگا۔ طول کی یہ
کمی ب اور کے درمیان ڈوری
کے کل انتظامی حصوں پر برابر برابر
تقسیم ہو جائیگی کیونکہ نیچے والی
کل چرخوں اور پر کی طرف ایک ساتھ
اٹھتی ہیں۔ لہذا چونکہ ڈوری کے
انتظامی حصے تعداد میں چھ ہیں اس
لئے نیچے اور اوپر والے بلاق کے
درمیان ڈوری کے ہر حصہ میں طول
۴ کی کمی واقع ہوگی۔

شکل ۴۴۔ چرخہ کے بلاق

اگر نیچے والے بلاق کا مرکز
ہو تو اس فصل ۴ تک اوپر

کی طرف اٹھ جائیگا۔ اور یہ وہ فصل ہے جہاں تک بوجھ و اوپر اٹھتی ہے

۴ = ۴

اس لئے رفتار کی نسبت = ۴ = ۴

اسی طریقہ سے چرخوں کے کسی اور نظام کی "رفتاری نسبت" برآسا
دریافت کی جاسکتی ہے۔

(۲) مغادر جیلی کی عملی تعیینیں — تجربہ خانہ کے استعمال کے لئے

جو آلات بنائے جاتے ہیں ان میں اکثر اقسام کے آلات میں نیچے والے بلاق کا وزن "بوجھ" کی مناسبت سے بہت زیادہ ہوتا ہے۔ لیکن فن انجینیری میں جو بلاق استعمال ہوتے ہیں ان کا وزن اٹھنے والے "بوجھ" کے مقابلے میں کہیں کم رہتا ہے۔

اس لئے نیچے والے بلاق کا وزن اگر بوجھ میں نہ محسوب کر لیا جائے یا لگائی ہوئی قوت کا وہ حصہ جو صرف بلاق کو اٹھانے کے لئے درکار ہے قوت ق سے نہ گھٹایا جائے تو ایسے نظام کی عملی استعداد کے متعلق غلط معلومات حاصل ہونگی اور استعداد کی حاصل شدہ قیمت عملی استعداد کی قیمت سے کم ہوگی۔

اس لئے مغناطیسی محسوب کرنے کے وقت آیا وہ قوت ق جو صرف نیچے والے بلاق کو اٹھانے کے لئے درکار ہے ق سے گھٹالی جاتی ہے یا بوجھ و میں بلاق کا ذاتی وزن شریک کر لیا جاتا ہے مگر یاد رہے کہ بلاق کے اٹھانے میں جو کام صرف ہوتا ہے وہ کارآمد نہیں۔

اگر حرخی کے بلاق کا وزن معلوم ہو تو ظاہر ہے کہ نسبت $\frac{W}{Q}$ کے دریافت کرنے کا طریقہ یہ ہوگا کہ بلاق کا ذاتی وزن بوجھ و میں شریک کر لیا جائے۔ اس صورت میں بلاق کا وزن بوجھ کا ایک حصہ تصور کیا جائیگا۔

اگر حرخی کے بلاق کا وزن معلوم نہ ہو تو وہ قوت ق دریافت کرو جو صرف بلاق کو اٹھانے کے لئے درکار ہے اب بلاق سے و وزن کا ایک بوجھ لٹکاؤ تو بلاق اور بوجھ کو اٹھانے کے لئے ایک دوسری قوت ق درکار ہوگی۔ اس لئے قوت ق جو صرف بوجھ و کو اٹھانے کے لئے درکار ہے ق - ق کے مساوی ہوگی۔

تو ق اور ق اس طرح درست کہ کہ اگر مشین کو خفیف سی بھی حرکت دی جائے تو وہ عمل کرنے لگے۔

اس طرح پانچ یا چھ مختلف بوجھ لے کر مندرجہ بالا چرخوں کے مبلاتوں کے جوڑے کا مقادریلی دریافت کرو۔ اور مشاہدات کو مندرجہ ذیل جدولوں کی شکل میں ترتیب دو:-
(۱) اگر مبلات کا وزن معلوم ہو (مثلاً، گرام)

شمار تجربہ	مبلات سے لٹکا ہوا بوجھ و گرام	لٹائی ہوئی قوت	مجموعہ بوجھ و مبلات	و/ق
۱	۲۰۰	۱۱۰	۲۶۰	۲۶۴۵
۲	۴۰۰	۱۹۰	۴۶۰	۲۶۴۶
۳	۶۰۰	۲۶۰	۸۶۰	۲۶۴۸
۴	۸۰۰	۳۶۰	۱۱۶۰	۲۶۳۵
۵	۱۰۰۰	۴۵۰	۱۴۵۰	۲۶۳۸

آغیر خانے کی رتوں کا اوسط = اوسط مقادریلی = ۲۶۴۴
(ب) اگر مبلات کا وزن معلوم نہ ہو۔
صرف مبلات کو اٹھانے کے لئے جو قوت درکار ہے = ق = بگرام (مثلاً)

شمار تجربہ	مبلات سے لٹکا ہوا بوجھ و گرام	لٹائی ہوئی مجموعہ قوت	بوجھ و قوت کے لئے جو قوت درکار ہے = ق - ق	و/ق
۱	۲۰۰	۱۱۰	۸۰	۲۶۵۰
۲	۴۰۰	۱۹۰	۱۹۰	۲۶۵۰
۳	۶۰۰	۲۶۰	۲۶۰	۲۶۵۰
۴	۸۰۰	۳۶۰	۳۶۰	۲۶۳۵
۵	۱۰۰۰	۴۵۰	۴۵۰	۲۶۳۸

آغیر خانے کی رتوں کا اوسط = اوسط مقادریلی = ۲۶۴۵

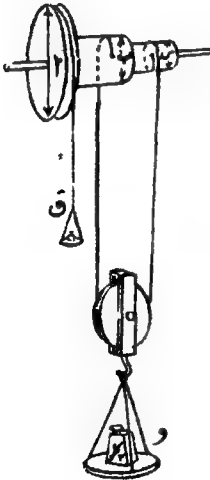
نوٹ۔ اگر بوجھ و یا قوت ق لگانے کے لئے ترازو کا پلڑا دیکار ہو تو اس پلڑے کا وزن بھی شریک حساب رہے۔
مِلاق کے جوڑے کے مفادِ جیلی اور رفتاری نسبت دریافت کر لینے کے بعد استعداد کو مندرجہ ذیل مساوات سے ظاہر کرو:-

$$ع = \frac{\text{مفادِ جیلی}}{\text{رفتاری نسبت}}$$

$$= \frac{۳۶۳۵}{۱۰۴۱} = ۰.۵۴۱ = ۵۴.۱\% \text{ فیصد}$$

تفریقی جرج اور محور

چونکہ اس آلہ سے تجربہ خانوں میں اکثر کام پڑتا ہے اور اس کے تفریقی اصول کا اطلاق عموماً بندش (Gearing) کی تمام عملی شکلوں پر ہوتا ہے اس لئے ہم اس آلہ کو ایک مناسب اور بکار آمد قسم



شکل ۵۵۔ مرکب جرج اور محور

کی مشین تصور کر کے اس پر بالتفصیل بحث کریں گے۔ شکل ۵۵ پر غور کرو۔ لگائی ہوئی قوت ق ایک ایسی ڈوری پر عمل کرتی ہے جو بڑے قطر کے جرج پر لپٹی ہوئی ہوتی ہے۔ یہ جرج ایک ایسے محور سے جڑا ہوا ہوتا ہے جس کے دو حصوں کے قطر مختلف ہیں اور محور مذکور کے ان دو حصوں پر ایک دوسری ڈوری کے دونوں سرے متضاد سمتوں میں پھیلے جاتے ہیں۔ اس ڈوری کے پٹلتے ہوئے حلقے پر ایک ایسی

چرخ چڑھی رہتی ہے جس کے ڈھانچے سے بوجھ و لٹکایا جاتا ہے تمام آلہ کو ایک دھاتی تنکے پر چڑھا کر رد مناسب براکٹوں (Brackets) پر اس طرح سہا روایا جاتا ہے کہ وہ آزادی سے گھوم سکے۔
تجربہ ۴۵ - مرکب چرخ اور محور یا تفریقی چرخ اور محور —

تجربہ دو حصوں پر منقسم ہے۔
(۱) رفتار نسبت کی تعین — جب چرخ پر لپٹی ہوئی ڈوری نیچے کی طرف یوں کھینچی جاتی ہے کہ ڈوری چرخ سے کھلتی جائے تو آلہ اس طرح گردش کرتا ہے کہ دوسری ڈوری بڑے قطر کے محور پر لپٹی جاتی ہے اور چھوٹے قطر کے محور پر سے کھلتی جاتی ہے۔ آلے کی ایک پوری گردش پر غور کرو۔ فرض کرو کہ چرخ کا قطر ۱ ہے اور محور کے موٹے اور پتلے حصوں کے قطر بالترتیب ب اور س ہیں۔

جب آلہ ایک مکمل گردش کر چکا ہے تو لگائی ہوئی قوت چرخ کے محیط کے برابر فضل تک عمل کرتی ہے یعنی

$$۱ \times ۲ \pi = ۲ \pi$$

راتنے ہی وقت میں دوسری ڈوری کے اس حصہ کی لمبائی میں بھی تبدیلی واقع ہوتی ہے جو محور سے باہر نکلتا ہے۔
۲ ب طول کی ڈوری محور کے موٹے حصہ پر لپٹ جاتی ہے مگر
۲ س طول کی ڈوری محور کے پتلے حصہ پر سے کھل جاتی ہے
اس لئے ڈوری کے آزاد حصے کے طول میں فی الحقیقت
۲ ب - ۲ س یا ۲ (ب - س) کی کمی واقع ہوتی ہے۔
یہ کمی حلقہ کے دونوں طرف برابر برابر تقسیم ہو جاتی ہے۔ اس لئے
چھوٹی چرخ مذکورہ بالا حلقہ کی کمی کے صرف نصف فاصلہ تک اوپر
اٹھتی ہے۔ یعنی بوجھ فاصلہ $\frac{۱}{۲} (۲ (ب - س))$ تک اوپر

اٹھتا ہے۔ یا

$$\text{فہم} = \frac{\pi}{2} (\text{پ۔س})$$

$$\begin{aligned} \text{اس لئے رفتار کی نسبت} &= \frac{\frac{\pi}{2} (\text{پ۔س})}{\frac{\pi}{2} (\text{ب۔س})} \\ &= \frac{\text{ب۔س}}{\text{پ۔س}} \end{aligned}$$

چرخ کا قطر اور محور کے دو حصوں کے قطر سرل چاب کی مدد سے ناپو یا محیطوں کی پیمائش براہ راست خواہ ڈوری اور پیمانے کی مدد سے یا کسی لچکدار پیمائشی فیتے کے ذریعہ کرو۔ اور ان معلومات سے رفتاری نسبت دریافت کرو۔

(۲) مفادِ جیلی کی تعیین۔ جیسا کہ چرخوں کے بلاق کے بیان کے تحت میں (تجربہ ۱۴) بتایا جا چکا ہے مفادِ جیلی دریافت کرو۔ اس امر کا لحاظ رہے کہ چرخ اور ترازو کے پڑاؤں کے وزن بھی شریک حساب ہوں۔

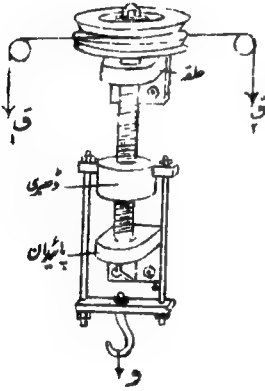
بعد ازاں آلہ کی استعداد دریافت کرو۔ اس کی قیمت غالباً ۸۰ یا ۹۰ فی صد تک ملیگی۔

بیچ

مختلف اقسام کی مشینوں میں بیچوں کی ترکیب کا استعمال بہت ہی عام ہوتا ہے بالخصوص جبکہ بہت بڑا مفادِ جیلی مطلوب ہو۔ عملیات میں بیچ اکثر اوقات پیچیدہ کل کا ایک جزو ہوتا ہے۔ اگرچہ بعض اوقات یہ بذاتِ خود بھی استعمال کیا جاتا ہے۔ اس کل کی عام مثال شہ بیچ ہے جو ٹائیر (Tyre) چڑھانے کے وقت موٹر گاڑی کے ڈھرے کو یا کسی اور بجاری وزن کو اٹھانے میں استعمال کیا جاتا ہے۔ خصوصاً جہاں صرف دستی مزدوری (Hand Labour)

میٹر ہوتی ہے۔

تجربہ میں جو بیج استعمال ہوتا ہے اُس میں عموماً بڑے قطر کی ایک چرنی لگی رہتی ہے جس کے گرد ڈوری لپیٹی جاتی ہے۔ اس ڈوری کے دونوں سرے آلہ کے بازوؤں میں دو چھوٹی ثابت چرخوں پر سے گزرتے ہیں (جیسا کہ شکل ۷۵ سے واضح ہے) اور ان سروں پر بندھے ہوئے پلڑوں میں رکھے ہوئے وزن کی وجہ سے ڈوری کھینچتی ہے۔ اکثر اوقات عملیات میں متذکرہ بالا بڑے قطر والی چرنی اور ڈوری کے عوض T شکل کا ایک دستہ استعمال کیا جاتا ہے۔



شکل ۷۵۔ بیج

بیج پر ایک بڑی ڈھیری چڑھی رہتی ہے اور اس ڈھیری میں ایک جوا لگا رہتا ہے جو بوجھ کو اٹھاتا ہے۔ بیج کا نیچے والا سرا ایک ثابت پائیدان پر اس طرح قائم ہے کہ وہ آزادی سے گھوم سکے اور اوپر کا سرا (جس پر بڑی چرنی لگی ہے) ایک ثابت حلقے میں سے آزادانہ گزرتا

ہے۔ آلہ کے ایک مروج نمونہ کی تصویر شکل ۷۶ سے واضح ہے۔ مگر اس شکل میں وہ ڈھانچہ جس پر چھوٹی چرخیاں قائم ہیں نہیں دکھایا گیا ہے۔ اس کے سوا دوسری قسم کے اور نمونے بھی اکثر اوقات تجربہ خانوں میں مستعمل ہوتے ہیں۔ بعض اوقات بڑی چرنی صرف ایک وزن سے کھینچی جاتی ہے۔ اور کبھی کبھی دو ڈوریاں لگائی جاتی ہیں اور ان سے دو وزن لٹکائے جاتے ہیں۔ جیسا کہ شکل ۷۷ سے ظاہر ہے۔

موخر الذکر نمونہ قابل ترجیح ہے۔ کیونکہ اگر قیام اور قیام مساوی ہوں تو پیچ دائیں یا بائیں کو کھینچنے سے باز رہتا ہے۔ لیکن صرف ایک غیر متوازن قوت کے استعمال کرنے میں پیچ حلقے کے ایک طرف کھینچ جاتا ہے جس کی وجہ سے رگڑ اور گھساؤ میں اضافہ ہو جاتا ہے۔

اگر کوئی مناسب ذریعہ گردش حرکت کو روکنے کے لئے استعمال نہ کیا جائے تو پیچ کو گھمانے کے وقت ڈھبھی بھی گھومنے کا تقاضا کرے گی۔ اس حرکت کو روکنے کے لئے جو عام بندش استعمال کی جاتی ہے وہ ایک یا دو سلاخوں پر مشتمل ہے۔ یہ سلاخیں آلہ کے ڈھانچے میں جکڑی رہتی ہیں اور سلاخ کا ایک سرا مذکورہ بالا حلقہ میں ثابت ہوتا ہے اور دوسرا سرا پائیدان میں ڈھبھی میں نالیاں بنی رہتی ہیں جن میں سے مذکورہ بالا سلاخیں ٹھیک پھنس کر گزرتی ہیں۔ ایسے انتظام سے پیچ کے گھومنے کے وقت ڈھبھی گھومنے سے باز رہتی ہے۔ اور اس میں جو کچھ حرکت پیدا ہوتی ہے وہ صرف پیچ کی گھائی کے متوازن ہوتی ہے۔ پیچ کی گردش کی سمت کے لحاظ سے ”بوجھ“ چڑھتا یا اترتا ہے۔ یہ سلاخیں شکل میں دکھائی نہیں گئی ہیں۔

تجربہ ۴۱۔ پیچ کی استعداد کی تعین — اگر پیچ سے کارگر کام لینا ہو تو یہ لازمی ہے کہ مذکورہ بالا حلقہ اور پائیدان، سلاخ اور ڈھبھی وغیرہ میں اچھی طرح تیل دیا جائے خاص کر پیچ کی چوڑیوں میں تیل دینا نہایت ضروری ہے کیونکہ رگڑ کا زیادہ تر حصہ پیچ اور ڈھبھی ہی کے درمیان عمل کرتا ہے۔

(۱) رفتاری نسبت کی تعین — فرض کرو کہ

پیچ کے اوپر والے سرے کی چربی کا قطر ۱ ہے۔ تب پیچ کی

ایک کامل گردش میں لگائی ہوئی قوت (یا قوتیں) چرخہ کے محیط کے برابر فاصلہ نیچے کی طرف طے کرتی ہے۔ یعنی پیچ کی ایک گردش کا لحاظ کرتے ہوئے۔

$$1\pi = \text{سم}$$

اتنے ہی وقت میں پیچ ڈھبڑی کے اندر ایک گردش کر کے آگے بڑھتا ہے یعنی ڈھبڑی اتنے فصل تک اٹھ جاتی ہے جو پیچ کی گھائی کے مساوی ہونا ہے اگر پیچ کی گھائی = گھ تو ظاہر ہے کہ ف = گھ

$$\frac{1\pi}{\text{سم}} = \text{اور رفتاری نسبت}$$

چرخہ کا قطر ایک بڑے سہل چاپ کی مدد سے ناپو لیکن اس بات کی احتیاطی حائے کہ پیمائش شدہ قطر اس مقام کا قطر ہو جہاں ڈوریوں کی جیسے دالی شیشیں من کرتی ہوں۔ اگر ل چاپ میسر نہ ہو تو ڈوری اور پیمانے کی مدد سے چرخہ کا محیط براہ راست دریافت کرو۔ پیچ کی گھائی ناپنے کے لئے مندرجہ ذیل طریقہ اختیار کرو۔

صاف کاغذ کا ایک ٹکڑا لے کر اس کو پیچ کی کچھ لمبائی تک اس طرح دباؤ کہ کاغذ پر چوڑیوں کے نشان پڑ جائیں۔ اب اس کاغذ پر تقریباً ۲۰ چوڑیوں کا درمیانی فاصلہ ناپ لو۔ اس پیمائش سے گھائی دریافت ہو جائیگی۔ یاد رہے کہ پیچ کی گھائی سے وہ دو متشابہ نقطوں کا عمودی فاصلہ مراد ہے جو ایک ہی چوڑی کے دو متواتر گھاؤ (Turns) پر واقع ہیں۔ اس امر کی توضیح (شکل ۷) کے ملاحظہ سے بخوبی ہو جائیگی۔

مذکورہ بالا معلومات سے رفتاری نسبت محسوب کرو۔

(۲) مفاہیل کی تعین — حسب تجربہ ۳۷ مفاہیل

دریافت کرو۔ یہاں پر ڈھبڑی اور جوئے کا وزن معلوم نہیں ہو سکتا

کیونکہ یہ پہنچ سے لمبی ہیں۔ لہذا یہاں پہلے قی کی قیمت دریافت کرنا ہوگی۔ یہ وہ قوت ہے جو صرف ڈھبڑی اور جوے کے اٹھانے کو درکار ہے۔ اس کے بعد مجموعی قوت قی دریافت کرنا ہوگی جو ”بوجھ“ ڈھبڑی، اور جوے کو اٹھاتی ہے۔ اس لئے قی۔ قی۔ قی۔ وہ قوت قی ہے جو صرف ”بوجھ“ و کے لئے درکار ہوگی۔

اگر مذکورہ بالا بڑے قطر کی چرخ پر دو ڈوریاں لگی ہوں تو لگائی ہوئی قوت دونوں ڈوریوں سے لٹکے ہوئے وزن کے مجموعہ کے مساوی ہوگی۔

اب پہنچ کی استعداد دریافت کرو۔ نتیجہ سے یہ معلوم ہوگا کہ کافی تیل دینے پر بھی پہنچ کی استعداد بمشکل تمام ۲۰ فی صدی تک پہنچتی ہے۔ اور یہ بھی معلوم ہو جائیگا کہ اگر آلہ بد احتیاطی کی وجہ سے زہم آلود ہو گیا ہو تو استعداد کی قیمت صرف ۸ یا ۸ فی صدی رہ جاتی ہے۔

چرخ بندی

مشینوں کا بیان اس وقت تک تکمیل کو نہیں پہنچ سکتا جب

تک کہ عام ترین بندشوں کا مثلاً دندانہ دار چرخوں کی بندش

(Gearing) کا کچھ ذکر نہ کیا جائے۔ اس بندش کی

مختلف شکلوں کا استعمال قریب قریب تمام اقسام کی کلوں مثلاً کھڑکیوں،

موٹر گاڑیوں، خرا دوں، متحرک مثالوں، وغیرہ میں ہوتا ہے۔ مگر ہم یہاں

صرف چرخ بندی کے ایک آسان سلسلہ پر بحث کریں گے اور پیچیدگی

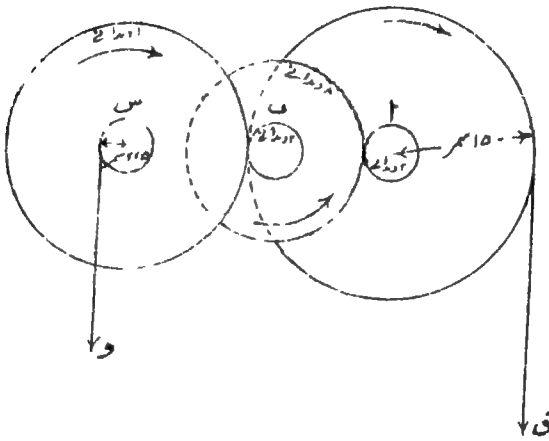
سے بچنے کے لئے صرف عددی مثال دی جائیگی۔

شکل نمبر ۱ پر غور کرو۔ تھکے ۲ پر ۱۵ سمر نصف قطر کا ایک

بڑا ڈھول چڑھا ہوا ہے۔ اور اسی تھکے پر ۲۰ دندانوں کا ایک

دندانہ دار چرخ ڈھول سے جکڑا ہوا لگا ہے۔

موازا ل ذکر دندانہ وار چرخ ۱ تکلے ب پر چڑھے ہوئے ۸۰ دندانوں والے چرخ سے اس طرح لگا ہوا ہے کہ اگر ۱ چار گردشیں پوری کرے تو ب پر کا بڑا چرخ صرف ایک بار گھومتا ہے۔ ب پر کے بڑے چرخ میں ۲۰ دندانوں کا ایک چھوٹا چرخ جکڑا ہوا ہے۔ اور یہ چرخ تکلے س پر کے بڑے چرخ کے دندانوں سے لگا ہوا ہے جس کے محیط میں ۱۰۰ دندانے ہیں۔ اس لئے جب ۱ ۲۰ گردشیں پوری کرتا ہے تو ب ۵ اور س صرف ۱- تیسرے تکلے س پر ۵۰ سم کا ایک چھوٹا ڈھول چڑھا ہوا ہے جس پر سے ”بوجھ“ کو سنبھالنے والی ڈوری گزرتی ہے۔ اس ڈھول پر ڈوری اس طرح لپیٹی جاتی ہے کہ



شکل ۷۵۔ چرخ بندی

جب ق نیچے اترتا ہے تو و اوپر چڑھتا ہے۔
موجودہ مسئلہ میں آسانی کی غرض سے تکلے س کی

صرف ایک گردش پر غور کرو۔

س کی ایک گردش میں ”بوجھ“ و اتنے فصل تک چڑھتا ہے جو چھوٹے ڈھول کے محیط کے برابر ہے۔

یعنی قسم = $۲۵ \times \pi \times ۲$ سمر۔

س کی ہر گردش کے جواب میں ۲۰ ۱ مرتبہ گھومتا ہے اور اس لئے ق بڑے ڈھول کے محیط کے میں گئے فاصلے تک عمل کرتا ہے۔ یعنی

قسم = $۱۵ \times \pi \times ۲ \times ۲۰$ سمر

اس لئے رفتار کی نسبت

$$\frac{۱۵ \times \pi \times ۲ \times ۲۰}{۲۵ \times \pi \times ۲} =$$

$\frac{۱۲۰}{۱} =$

تجربہ ۴۔ چرخ بندی کے ایک نظام کی استعداد کی تقیین۔ چرخ بندی کے کسی نظام کی رفتاری نسبت دریافت کرو جیسا کہ مذکورہ بالا مثال میں بیان کیا جا چکا ہے۔ اور تجربہ ۳ کی طرح عملاً اس کا مفاد جلی بھی دریافت کرو۔ اور ان معلومات سے اس کی استعداد کی قیمت اخذ کرو۔

چرخ بندی کے سلسلے کی استعداد کا انحصار زیادہ تر اس امر پر ہے کہ دہانے صحت کے ساتھ کسٹے جائیں۔ متذکرہ بالا سلسلہ کی طرح چرخ بندی کے ایک سادے سلسلے کی جس میں دہانے عمدہ طور پر کٹے ہوں استعداد کی قیمت ۹۵ فی صدی تک پہنچ سکتی ہے۔

نوٹ۔ فصل ہذا میں بحث کردہ کمیتیں و اور ق بالترتیب ”بوجھ“ اور ”لگائی ہوئی قوت“ کے نام سے موسوم کی گئی ہیں لیکن اکثر اوقات ان کے لئے وزن اور طاقت کے نام بھی استعمال

ہوتے ہیں۔ وزن ایک عام کیفیت ہے اس لئے اس کو ایک خاص کیفیت کی طرح استعمال کرنا اعتراض سے خالی نہیں۔ "بوجھ" سائنس کی زبان میں کوئی خاص معنی نہیں رکھتا اس لئے اس نام کو یہاں وزن کے نام کے بجائے استعمال کرنا قابل ترجیح ہے۔ لفظ "طاقت" سائنس کی اصطلاح میں ایک خاص اور محدود معنی رکھتا ہے یعنی طاقت سے کام کرنے کی شرح مٹرا دھے اس لئے طاقت کو قوت کے معنوں میں ہرگز استعمال نہیں کرنا چاہیئے۔ بعض اوقات قی کی تعبیر کے لئے زور کا لفظ بھی استعمال کیا جاتا ہے لیکن کسی صورت میں اس کا استعمال عام نہیں۔



فصل ہفتم

لچک

۱۔ عام نظریہ۔

جب کوئی سی قوت کسی جسم پر عمل کرتی ہے تو جسم مذکور کی شکل میں کم و بیش بگاڑ پیدا ہو جاتا ہے۔ اور یہ بگاڑ بالعموم قوت کے ہٹا لینے پر غائب ہو جاتا ہے۔ جسم کا اپنی اصلی شکل میں واپس آ جانا جسم مذکور کی اپنی اُس خاصیت کا نتیجہ ہے جس کو لچک کے نام سے موسوم کرتے ہیں۔

گلیئہ ہوک

اس مضمون کی بنیاد رابرٹ ہاؤک بائیل اور اُس کے مددگار ہوک نے ڈالی تھی اور وہ نہایت ہی ضروری اور اہم گلیئہ جو قوتِ عالمہ اور اس سے پیدا شدہ بگاڑ کا باہمی تعلق بتاتا ہے گلیئہ ہوک کے نام سے مشہور ہے۔ اس گلیئہ کو ہم یوں بیان کر سکتے ہیں کہ تناؤ، برصاؤ کے مناسب ہے۔

یا ٹھیک علمی زبان میں مذکورہ بالا امر کو حسب ذیل بھی بیان کر سکتے ہیں:-
 زور فساد کے متناسب ہے۔ (یہاں زور سے بگاڑ پیدا کرنے والی عام قوت
 مراد ہے۔ اور فساد سے جسم کی شکل میں عام تغیر) گلیڈر ہوک کی صحت
 ایک خاص حد تک درست ہوتی ہے۔ چنانچہ اگر جسم پر عمل کرنے والا زور ایک خاص
 حد سے تجاوز کر جائے تو زور ہٹا لینے پر جسم مذکور اپنے ابتدائی الباد میں واپس نہیں
 آئیگا۔ وہ بڑے سے بڑا بگاڑ جو کسی شے میں دوامی بدشکلی پیدا نہیں کرتا
 شے مذکور کی لچک کی انتہا کہلاتا ہے۔ ہوک کا کلیہ لچک کی
 انتہا تک غایت درجہ کی قربت کے ساتھ درست پایا جاتا ہے۔

لچک کے مقیاس کی تعریف

زور اور فساد

متفرق اقسام کی اشیاء کی لچک والی خاصیتوں کے
 مقابلہ کرنے کے لئے یہ ضروری ہے کہ مختلف نوعیت کی قوتوں
 کے زیر عمل جو ”بگاڑ“ پیدا ہوتے ہیں ان کے متعلق کئی علم
 حاصل کیا جائے۔

زور — جہاں تک پیدا شدہ بگاڑ کی مقدار سے بحث ہے
 قوت کا اثر، مقدار قوت پر اور اس کے رقبہ عمل پر بھی مبنی
 پایا جاتا ہے اور اثر مذکور قوت فی اکائی رقبہ کے متناسب
 ہوتا ہے۔ اس لئے زور کی تعریف یوں ہو سکتی ہے کہ

زور سے وہ قوت مراد ہے جو اکائی رقبہ پر عمل کرے۔
 فساد — ایک دئے ہوئے زور کے زیر عمل کسی
 جسم میں پیدا شدہ بگاڑ جسم مذکور کی جسامت پر منحصر ہے۔
 مساوی مقدار کے تناؤ والے زور اگر ایک ہی قسم کے
 مختلف طول والے تاروں پر عمل کریں تو تاروں کے طولوں میں

جو درازیاں واقع ہونگی وہ اُن طولوں کے متناسب ہونگی۔ لہذا زور کا اثر گویا بگڑی ہوئی شکل کے جسم میں بگاڑ فی اکائی بُعد کا پیدا کرنا ہے۔

فساد کی تعریف عموماً شکل کے بگاڑ فی اکائی بُعد سے ہوتی ہے یا یوں کہو کہ فساد کسری بگاڑ ہے۔

لچک کے کسی مقیاس کی تعریف عمل کرنے والے زور اور پیدا شدہ فساد کے حاصل قسمت سے ہوتی ہے۔ ریاضی کی زبان میں اس کو یوں لکھتے ہیں کہ

$$\text{لچک کا مقیاس} = \frac{\text{زور}}{\text{فساد}}$$

مختلف مقیاسوں کی تعریفیں:—

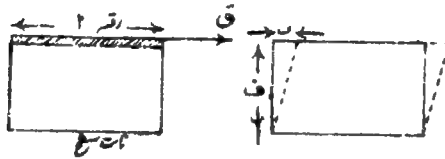
(۱) ینگ کا مقیاس یا تناؤ والی لچک کی قدر۔

یہاں جو زور بد نظر ہے وہ طوئی تناؤ کا زور ہے۔ اور اس سے جو فساد پیدا ہوتا ہے وہ طول کی درازی فی اکائی طول ہے۔ (یا طول کا بڑھاؤ فی اکائی طول ہے)۔

اگر تناؤ کی قوت Q تراش عمودی A والے تار پر عمل کرے تو تار مذکور پر عمل کنندہ تناؤ والا زور $\frac{Q}{A}$ کے مساوی ہوگا۔ اگر اس تار کا طول L ہو اور زور مذکور کے زیر عمل اس کے طول میں ΔL کا اضافہ پیدا ہو جائے تو فساد $\frac{\Delta L}{L}$ کے مساوی ہوگا۔ اس لئے ینگ کا مقیاس

$$Y = \frac{Q}{\Delta L} = \frac{Q/A}{\Delta L/L}$$

(۲) استواری کا مقیاس، یا جزی لچک کا مقیاس۔ کسی شے (مثلاً ربر) کے مستطیلی متوازی السطوح کی شکل کے ایک ایسے کُندے کا تصور کرو جس کا ایک پہلو تو کسی ثابت افقی سطح سے چسپاں ہو اور دوسرا مقابل کا افقی پہلو ایک پترے سے مضبوطی کے ساتھ جڑا ہوا ہو۔ اب اگر یہ پترا ایک افقی قوت Q سے کھینچا جائے تو تمام کُندا بگڑ کر ایک ایسی شکل اختیار کر گیا جیسا کہ نقطہ دار



شکل ۱۰۔ جزی زور اور جزی فساد

خطوں سے شکل مدہ میں دکھایا گیا ہے۔ قوت Q سارے پترے پر اس طرح پھیلی ہوئی ہے کہ وہ تمام اوپر والے رقبہ a پر ہموارانہ عمل کرے۔ اس صورت میں زور Q کے برابر ہوگا۔ یہ زور جزی زور کہلاتا ہے۔ ذروں کی اوپر والی تہ اپنے ابتدائی محل سے نیچے والی تہ کے ذروں کی اضافت سے فصل F تک افقاً ہٹ گئی ہے۔ ایسی دو سطحوں کا اضافی بغلی ہٹاؤ جن کا باہمی درمیانی فاصلہ اکائی ہو، جزی فساد کہلاتا ہے۔ پس

$$\text{جزی فساد} = \frac{F}{a} \quad \text{اس لیے جزی لچک کا مقیاس} = \frac{Q}{F} = \frac{Q}{a}$$

نوٹ۔ صرف ٹھوس اجسام ہی میں تناؤ والی اور جڑی لچکیں ہوتی ہیں۔
 (۳) جمعی مقیاس یا جمعی لچک کی قدر — اگر ح
 حجم والے کسی جسم پر دباؤ د ڈالا جائے اور اس کی وجہ سے
 اگر جسم مذکور کے حجم میں ح کا تغیر واقع ہو تو لگائی ہوئی
 قوت فی اکائی رقبہ د ہوگی چونکہ دباؤ سے قوت فی اکائی
 رقبہ مراد ہے پس زور = د
 فساد = ح — چونکہ پیدا شدہ بگاڑ ح ہے۔ اور گڑے ہوئے
 بعد کی قیمت ح ہے۔

$$\text{اس لئے جمعی مقیاس} \quad \text{حجم} = \frac{د}{\frac{د}{ح}} = \frac{د}{د/ح}$$

چونکہ یہ ہمیشہ ممکن نہیں کہ جسم زیر تجربہ پر کچھ نہ کچھ ابتدائی
 زور موجود نہ ہو اس لئے اس کی ضرورت ہے کہ لچک کے
 مقیاس کی مذکورہ بالا تعریف میں کچھ ترمیم کی جائے۔
 اگر کلیئہ ہوک درست ہے تو لچک کا مقیاس مقررہ
 حالتوں کے تحت میں شے زیر تجربہ کی ایک مستقل خاصیت
 ہوگا۔ بناء پر یہ کہنا صحیح ہوگا کہ اگر زور میں اضافہ کیا جائے تو

$$\frac{\text{اضافہ زور}}{\text{اضافہ فساد}} = \frac{\text{زور}}{\text{فساد}} = \text{لچک کا مقیاس}$$

کسور مندرجہ بالا میں سے پہلی کسر لچک کے مقیاس
 کی پیمائش کرنے میں اکثر اوقات استعمال کی جاتی ہے۔
 گیسوں میں جہاں کلیئہ ہوک درست نہیں ہم کسی معین
 حالت کے تحت والی گیس کے جمعی مقیاس کے لئے
 خارج قسمت $\frac{\text{اضافہ دباؤ}}{\text{اضافہ فساد}}$ استعمال کرتے ہیں۔
 اس کا جوابی جمعی فساد

چونکہ گیسوں کے جمعی مقیاس براہ راست محض نظری نقطہ نظر سے محسوب کئے جاسکتے ہیں اس لئے ان کا مذکورہ بالا اصول سے علاء دریافت کرنا لاسود ہے۔ چونکہ ٹھوس اور مائع اجسام کے جمعی مقیاس دریافت کرنے میں بڑی دقتیں پیش آتی ہیں اس لئے ہم یہاں پر صرف ینگ کے مقیاس اور استواری کے مقیاس ہی دریافت کرنے کے عملی طریقوں پر اکتفا کریں گے۔

نوٹ۔ چونکہ زور ہمیشہ قوت فی اکائی رقبہ ہوتا ہے اس لئے اس کو ڈائنین (Dyne) فی مربع سم یا ایسی طرح کے البادگی کسی دوسری اکائیوں میں ظاہر کرنا چاہئے۔ فساد صرف ایک نسبت ہے اس لئے اس کے الباد نہیں اور لچک کا مقیاس = $\frac{\text{زور}}{\text{فساد}}$ اس لئے اس مقیاس کو بھی زور کی اکائیوں میں ظاہر کرتے ہیں یعنی ڈائنین فی مربع سم میں (اگر س۔ گ۔ ٹ اکائیاں مستعمل ہوں)۔

۲۔ ینگ کا مقیاس

تار کی شکل کی شے کے لئے ینگ کا مقیاس

جو آلہ اس تجربہ میں استعمال کیا جاتا ہے وہ ایسے دو انتصابی تاروں پر مشتمل ہے جن کے اوپر والے سرے آپس میں بہت قریب ایک ہی سہارے سے مضبوطی کے ساتھ جکڑے ہوئے ہوتے ہیں۔ ان میں سے ایک تار ایک ایسے مستقل بوجھ سے تنا رہتا ہے جس کے جاننے کی ضرورت نہیں اور دوسرے تار سے ترازو کا پلڑا بندھا رہتا ہے جس پر حسب خواہش مختلف اوزان رکھے جاسکتے ہیں۔ اول الذکر تار پر ایک چھوٹا پیمانہ

س قائم ہے اور دوسرے تار پر ایک کسر پیما اب اس طرح لگا رہتا ہے کہ وہ پیمانہ س پر آزادانہ پھسل سکے۔ ان دونوں تاروں کو ایک ہی شے اور ایک ہی موٹائی کا ہونا چاہیے۔ اس طرح ایک ہی قسم کے دو تاروں کے استعمال سے مندرجہ ذیل غلطیوں کے اہم ذرائع رفع ہو جاتے ہیں:-

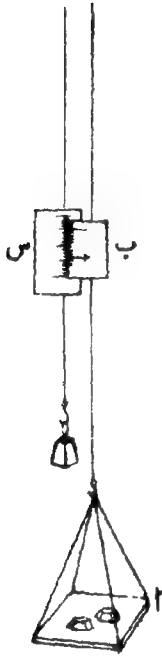
(۱) بوجھ ۱ کی وجہ سے نقطہ تعلیق نیچے آئے جائیگا مگر نقطہ تعلیق کی اس حرکت سے پیمانہ س بھی اتنا ہی نیچے آئے آئیگا جتنا کہ کسر پیما اب۔ لہذا تجربہ میں اس کا کچھ اثر نہ ہوگا۔
(۲) تپش کے تغیر سے طول میں تبدیلی واقع ہوگی۔ اس کا اثر دونوں تاروں میں یکساں پڑیگا۔ لہذا نتیجہ پر تپش کے تغیر کا بھی کوئی اثر نہیں ہوگا۔

اگر ایک تار پر مستقل قوت قائم رکھی جائے اور دوسرے پر مختلف قوتیں لگائی جائیں تو ان قوتوں کی وجہ سے موخر الذکر تار کے طول میں جو اضافہ واقع ہوگا اس کی قیمت پیمانہ س پر کسر پیما اب کی حرکت سے معلوم ہو جائیگی۔

تار کا طول اور اس کا نصف قطر کسی مروجہ طریقوں سے دریافت ہو سکتے ہیں۔ لہذا معلوم زور کے زیر عمل طولی فساد کی قیمت حاصل ہو سکتی ہے۔ اور اس کے ذریعہ ینگ کا معیار س زیر تجربہ شے کے لئے محسوب کیا جاسکتا ہے۔

تجربہ ۷۴۔ تار کے لئے ینگ کے معیار کی تعیین — زیر تجربہ تار کے بل دور کرنے کے لئے

اس سے بندھے ہوئے پڑے میں دو کلو گرام کا وزن رکھو۔ اور پیمانہ س اور کسر پیما اب پر کے درجے پڑھ لو۔ اس کے بعد پڑے پر بتدریج دو دو کلو گرام رکھ کر بوجھ کو ۱۲ کلو گرام تک بڑھاؤ اور ہر وزن کے جواب میں



پیمانہ اور کسر پیمائے کے درجے
پڑھتے جاؤ۔ اب پلٹے پر کے
وزن کو بتدریج دو دو کلو گرام
گھٹا کر بوجھ کو ابتدائی دو کلو گرام
تک لاؤ اور پہلے کی طرح ہر
وزن کے جواب میں پیمانہ اور
کسر پیمائے کے درجے پڑھتے جاؤ۔
اس طریقہ سے ہر وزن کے
جواب میں پیمانے پر دو درجہ
خوانیاں حاصل ہوں گی جن کی اوسط
قیمت وزن مذکور کے لئے پیمانے
پر اصلی قیمت ہوگی۔

اگر تجربہ کے اختتام پر درجہ
خوانی ابتدائی درجہ خوانی (یعنی جب
تار پر صحت دو کلو گرام کا وزن
ہو) سے جُدا کا نہ ہو تو یہ ممکن ہے
کہ ذریعہ تجربہ تار یکک کی انتہا سے

شکل ۵۹۔ تار کے لئے یکک کا مقیاس

زیادہ بچھ گیا ہو۔ اگرچہ درجہ خوانیوں میں یہ فرق تار کے محض میدھا
ہونے کا نتیجہ بھی ہو سکتا ہے۔ اگر یہ صورت پیش آجائے تو مشاہدات
کو دہراؤ۔ اور اگر مذکورہ بالا فرق وزن ہٹا لینے پر پھر مشاہدہ میں
آئے تو تجربہ کو ایک دوسرا نیا تار لے کر دہرانا لازمی ہے۔ مگر اس
مرتبہ زیادہ سے زیادہ ۸ کلو گرام وزن استعمال کیا جائے۔

خود پیمائے کے ذریعہ تار کے چند مختلف نقطوں پر
غایت احتیاط کے ساتھ اس کے قطر کی پیمائش کرو۔ اس پیمائش
کی صحت کی اہمیت بہت زیادہ ہے۔ قطر کی پیمائش میں ادو مرکی

غلطی ایک فیصد کے درجہ کی غلطی ہے اور اس کے اثر سے آخری نتیجہ میں دو فیصد غلطی داخل ہو جائیگی کیونکہ مقیاس کے ضابطہ میں نصف قطر کی قوت ۲ ہے۔ تار کے طول کی پیمائش میں ۱ یا ۲ سمر کی غلطی اتنی زیادہ اہمیت نہیں رکھتی جتنی کہ نصف قطر کی پیمائش میں ۰.۱ سمر کی غلطی۔
تار کا طول نقطہ تعلیق سے لے کر کسر پیا کے صفر تک ناپ لو اور مشاہدات کو حسب جدول درج کرو:-

بوجھ	درجہ خوانیاں		۶ کلو گرام کی وجہ سے طول کا اضافہ سمر میں
	بڑھتا بوجھ	گھٹتا بوجھ	
۲ کلو گرام	۱۵۱۳	۱۵۱۵	۱۵۱۳
" ۳	۱۵۳۲	۱۵۳۵	" ۱۵۳۳
" ۶	۱۵۵۰	۱۵۵۵	" ۱۵۵۳
" ۸	۱۵۶۷	۱۵۶۷	" ۱۵۶۷
" ۱۰	۱۵۸۳	۱۵۸۷	" ۱۵۸۵
" ۱۲	۲۵۱۰		" ۲۵۱۰

۶ کلو گرام کی وجہ سے طول کا اوسط اضافہ = ۰.۵۳۷ سمر
 = ۰.۵۳۷ سمر
 تار کا نصف قطر (متعدد تعینوں کا اوسط) = ۰.۵۶۷۵ سمر
 = ۰.۵۶۰۵ سمر
 نقطہ تعلیق سے کسر پیا تک تار کا طول = ۲۵۰ سمر
 تار سے لٹے ہوئے ۶ کلو گرام بوجھ سے پیدا شدہ زور

$$= \frac{\text{قوت}}{\text{تار کی تراش عمودی کا رقبہ}}$$

قوت ۱ کلو گرام کا وزن ہے۔

$$\text{یعنی قوت} = ۹۸۱ \times ۱۰۰۰ \text{ ڈائن (یہاں } ۹۰۱ \text{ لندن میں اسراع)}$$

بوجھ جائزہ زمین کی قسٹ ہے ۱۔

$$\text{تراش عمودی کا رقبہ} = \pi \times (۰.۶۷۵)^2 \text{ مربع سمر}$$

$$\text{رہے } ۱ \text{ کلو گرام کی وجہ سے زور} = \frac{۹۸۱ \times ۱۰۰۰}{\pi \times ۰.۶۷۵^2}$$

$$= ۳.۳۶۰۰۰۰۰۰ \text{ ڈائن فی مربع سمر}$$

$$\text{یعنی زور} = ۳۶۰.۳ \times ۱۰^۳ \text{ ڈائن فی مربع سمر}$$

۴ کلو گرام بوجھ کے اضافہ کی وجہ سے پیدا شدہ فساد

$$= \frac{۴ \text{ کلو گرام کی وجہ سے طول کا اوسط اضافہ}}{\text{نقطہ تعاقب سے کمر بیا تا تک تار کا طول}}$$

$$= \frac{۰.۵۳۷}{۲۵۰}$$

$$= ۰.۰۰۲۱۵$$

$$= ۲-۱۰ \times ۱۰۱۵$$

$$\therefore \text{ینگ کا مقیاس} = \frac{\text{زور}}{\text{زور کا جوابی فساد}}$$

$$= \frac{۳۶۰.۳ \times ۱۰^۳}{۲۵۰ \times ۱۰۱۵} \text{ ڈائن فی مربع سمر}$$

منحنی کھینچ کر دکھاؤ کہ دوری سے لٹکے ہوئے وزن کو دوری کے بڑھاؤ کے ساتھ کیا تعلق ہے۔ تعبیری نقطوں کو تقریباً ایک ہی

خط مستقیم پر واقع ہونا چاہیئے۔

متذکرہ بالا بیان میں دو باتوں پر توجہ لازمی ہے۔ سب سے پہلے جدول کے آخری خانہ میں بڑھاؤ کے محسوب کرنے کے طریقہ پر غور کرو۔

یہ عموماً کہا جاتا ہے کہ لچک کا مقیاس دریافت کرنے میں دو کلو گرام کی وجہ سے اوسط بڑھاؤ کی قیمت لیننی چاہیئے۔ اس اوسط قیمت کے حاصل کرنے کی ترکیب یہ ہے کہ چوتھے خانے کی ہر دو متواتر رقوم کا فرق لیا جاتا ہے اور اس طرح جو فرق حاصل ہوتے ہیں ان کی اوسط قیمت بڑھاؤ کی اوسط قیمت ہوتی ہے۔ اس طریقہ پر چھ مشاہدات لینے کی وجہ سے نتیجہ میں جس قدر زیادہ صحت کی توقع کی جا سکتی ہے وہ اس لئے بالکل معدوم ہو جاتی ہے کہ حاصل شدہ نتیجہ کا انحصار کلیتہً پہلے اور آخری مشاہدات ہی پر رہ جاتا ہے۔ درمیانی مشاہدات میں سے ہر ایک مشاہدہ دو دو مرتبہ حساب میں آتا ہے۔ ایک دفعہ تو مثبت طور پر اور دوسری دفعہ منفی۔ جس کی وجہ سے نتیجہ پر ان کا اثر کچھ نہیں پڑتا۔ اگر متذکرہ بالا چھ مشاہدات کی تعبیر حروف 'ا'، 'ب'، 'س'، 'د'، 'ی' اور 'ف' سے کی جائے تو 'ا' - 'ب' - 'س' وغیرہ وغیرہ متواتر فرق ہونگے اور ان کا اوسط

$$(ا - ب) + (ب - س) + ... + (ی - ف)$$

۵

یا ۱- ف کے مساوی ہوگا۔

لیکن جدول پر غور کرنے سے معلوم ہوگا کہ اوسط نکالنے کا طریقہ متذکرہ بالا طریقہ سے بالکل جداگانہ اختیار کیا گیا ہے اور ان دونوں طریقوں سے جو نتیجہ حاصل ہوتے ہیں ان میں مشد بہ فرق ہے۔ مثلاً ۱- ف کے حساب سے ۶ کلو گرام کا بڑھاؤ ۵۵ ۵۵ ۵۵ ۵۵ ۵۵ ۵۵

ہوتا ہے مگر جدول میں جو طریقہ اختیار کیا گیا ہے اس سے اس کی قیمت ۳۵.۵ ہوتی ہے۔

جدول کے طریقہ میں ہر مشاہدہ صرف ایک مرتبہ حساب میں آتا ہے اس لئے نتیجہ کل درجہ خوانیوں (مشاہدات) پر مبنی ہوتا ہے اور اس کی وجہ سے نتیجہ میں زیادہ صحت حاصل ہوتی ہے۔ دوسری بات جو قابل توجہ ہے دو تار کے طول کی پیمائش سے قلعہ رکھتی ہے۔ یہ ظاہر ہے کہ پلاٹے ۱ پر کے وزن سے پورا تار کھپتا ہے مگر پیمائش شدہ بڑھاؤ تار کے صرف اس حصہ کا بڑھاؤ ہے جو نقطہ ثقل اور کسر پیمائش کے درمیان واقع ہے۔ لہذا فساد کے حساب لگانے کے وقت نسب نما میں تار کے اسی حصہ کا طول استعمال کرنا چاہیئے۔

ینگ کا مقیاس شہتیری شکل کی شے کے لئے

اس تجربہ میں جس آلہ کی ضرورت پڑتی ہے وہ مندرجہ ذیل سامان پر مشتمل ہے:—

(۱) دو دھار دار کنارے۔

جن پر شہتیر زیر تجربہ رکھا جائے۔



(۲) ترازو کا ایک پلاٹا

کاٹنا جو شہتیر کے وسط سے لگایا جائے۔

(۳) شہتیر کے مرکز کے جھکاؤ کی پیمائش کرنے کا کوئی مناسب طریقہ۔ جب سلاخ (شہتیر) نہایت ہی تیلی ہوتی ہے تو وزن (مثلاً ایک کلو) کی وجہ جھکاؤ بہت ہی زیادہ ہوتا ہے۔ ایسی صورت میں مرکز کے جھکاؤ کی پیمائش کے لئے سلاخ کے پیچھے ایک

شکل ۹۔ دو دھار دار کناروں ۱ اور ۲ پر سہارے ہوئے شہتیر کے لئے ینگ کا مقیاس۔

میٹری پیمانہ کو انتصاباً رکھ کر استعمال کر سکتے ہیں۔ سہولت کے لحاظ سے سلاح کی خواہ اوپر والی سطح یا نیچے والی سطح کے مقابل کے درجے پیمانہ پر پڑھے جاتے ہیں۔ سلاح کے سخت ہونے کی صورت میں ایک ایسا جھکاؤ پیدا کرنے کے لئے جس کی پیمائش مندرجہ بالا طریقہ سے کافی صحت کے ساتھ ہو سکے ایک بہت بڑی قوت درکار ہوگی لیکن بڑی قوتوں کے بجائے معتدل قوتوں اور ان سے پیدا شدہ جھکاؤ کی پیمائش کے لئے کسی زیادہ نازک طریقہ کا استعمال قابل ترجیح ہے۔ اس مقصد کے لئے ایک ایسا انتصابی نازک پیمانہ سلاح کے مرکز پر لگا دیا جاسکتا ہے جس کی درجہ خوانی چھوٹی قوت کی ایک ثابت خرد بین کے ذریعہ کی جاسکتی ہے۔ جب سلاح کا مرکز جھکیگا تو اس کے ساتھ ساتھ ثابت خرد بین کے لحاظ سے پیمانہ بھی نیچے کو اُترے گا۔ مختلف بوجھ کی سخت میں پیمانہ کے درجوں کا مشاہدہ خرد بین کے چشمہ کے چلیبی تار پر کیا جاتا ہے اور اس طریقہ سے سلاح کے مرکز کے جھکاؤ کی پیمائش ہو جاتی ہے۔ بعض اوقات سلاح سے لگا ہوا پیمانہ ایک ثابت کمرہ پیا پر متحرک ہو سکتا ہے اور اس طریقہ سے بھی جھکاؤ کی پیمائش کافی صحت کے ساتھ ہو سکتی ہے۔

تجربہ ۴۹۔ شہتیر کے لئے ینگ کے مقیاس کی تعین — پلوے یا کائٹ پر مختلف بوجھ رکھ کر ان کے

جواب میں شہتیر کے مرکز کے مقامات دریافت کرو۔ بوجھ کو بتدریج مساوی مقداروں میں بڑھا کر چھ یا آٹھ مشاہدے کرو لیکن بڑے سے بڑا بوجھ جو استعمال کیا جائے وہ ایسا ہو جسے شہتیر محافظت کے ساتھ سنبھال سکے۔ مگر کسی حالت میں بوجھ اس بوجھ سے زیادہ نہ ہونے پائے۔ اسی طرح بوجھ کو گھٹا گھٹا کر تجربہ کو دہراؤ۔

تار کے تجربہ کی طرح مشاہدات کو جدول کی شکل میں درج کرو۔ اور جیسا کہ تار کی جدول میں حساب لگایا گیا ہے یہاں بھی ہر کلو گرام وزن و کی وجہ سے اوسط جھکاؤ کی قیمت دریافت کرو۔

دھاردار کناروں کے درمیان شہتیر کا طول ناپ لو اور ساتھ ساتھ اس کی چوڑائی اور موٹائی کی بھی پیمائش کرو۔ فرض کرو کہ طول = ل، چوڑائی = ب، موٹائی = م، تو یہ ثابت کیا جاسکتا ہے کہ مستطیلی تراش عمودی والی سلاخ کے لئے مرکز کے جھکاؤ ما اور بوجھ و اور سلاخ کے ابعاد کے درمیان حسب ذیل رشتہ ہے:-

$$\frac{W}{L} = \frac{1}{M^2 B^3}$$

جہاں ی شہتیر کے مادہ کے لئے ینگ کا مقیاس ہے رشتہ بالا کو ہم یوں بھی لکھ سکتے ہیں کہ

$$Y = \frac{W}{L} \cdot \frac{M^2 B^3}{1}$$

اور اس مساوات سے ینگ کے مقیاس کی قیمت دریافت کرو۔ مشاہدوں سے نتیجہ نکلنے کا ایک اور طریقہ حسب ذیل ہے:-

بوجھ و، و، و، وغیرہ کے جواب میں سلاخ کے مرکز کا جھکاؤ ب، ب، ب، وغیرہ حاصل کرو اور خواجہ قسمت $\frac{W}{L}$ ، $\frac{W}{L}$ ، $\frac{W}{L}$ وغیرہ کی اوسط قیمت $\frac{W}{L}$ کی اوسط قیمت ہوگی۔ اس اوسط قیمت کو ضابطہ ی = $\frac{W}{L} \cdot \frac{M^2 B^3}{1}$ میں (ی) کے بجائے داخل کر کے ی کی قیمت محسوب کرو۔

و کو ڈائمنڈ میں ناظر کرنا چاہیے اور مساوات کی بائیں طرف والی بقیہ مقداروں کو سمروں میں

اس قسم کے تجربہ میں مزید مشق حاصل کرنے کے لئے ذیل کے تجربے تجویز کئے جاتے ہیں:-
تجربہ ۱۰۔ کسی معین بوجھ کے تحت میں

کسی شہتیر کے مرکز کا جھکاؤ اُس کے طول کے مکعب کے متناسب ہے۔۔۔۔۔ اس دعوے کی تصدیق کے لئے دھاردار کناروں کے درمیانی فاصلے کو بدل بدل کر طول L ، $L/2$ ، $L/4$ وغیرہ کے جواب میں مرکز کا جھکاؤ θ ، $\theta/2$ ، $\theta/4$ وغیرہ دریافت کرو۔

۱۔ ۲۔ ۳۔ وغیرہ کو آپس میں مساوی ہونا چاہیئے۔ اس تجربہ میں اس بات کا لحاظ ضرور رہے کہ بوجھ ہر مرتبہ دھاردار کناروں کے درمیان شہتیر کے وسطی نقطہ پر عمل کرے۔

تجربہ ۱۔ ۲۔ ۳۔ مستطیلی شہتیر کی سختی اُس کی چوڑائی کے متناسب اور اُس کی موٹائی (عمق) کے مکعب کے متناسب ہے۔ دھاردار کناروں کے درمیانی فاصلے کو مستقل رکھ کر شہتیر پر کسی معین بوجھ کے تحت میں ماکہ قیمت دریافت کرو۔ مگر شہتیر پہلے چپٹے، بازو کے سہارے قائم رہے اور اُس کے بعد اپنے کنارے کے سہارے پہلی صورت میں چپٹا بازو چوڑائی (ج) ہے اور کنارے اُس کی موٹائی (م) ہے۔ اور یہ مقداریں دوسری صورت میں آپس میں بدل جاتی ہیں۔ دکھاؤ کہ دونوں صورتوں میں مقدار ج م م مستقل قیمت رکھتی ہے۔

برآمدہ بیرم کے لئے نیگ کا مقیاس

برآمدہ بیرم ایک ایسے بوجھل (Loaded) بیرم کو کہتے ہیں جس کا ایک سہرا اتفاقاً ثابت رہتا ہے۔ اور دوسرا سہرا آزاد۔

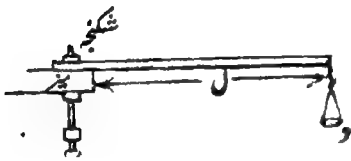
اگر برآمدہ بیرم کے آزاد سرے سے بوجھ و لٹک رہا ہو تو اُس سرے کے جھکاؤ ماکہ قیمت مندرجہ ذیل مساوات سے

حاصل ہوتی ہے۔

$$M = \frac{W}{g}$$

ی ج م

بشرطیکہ شہتیر کی تراشش عمودی مستطیلی ہو۔
تجربہ یہ ہے۔ برآمدہ بیرم کے لئے ینگ کے
مقیاس کی تعین — کسی میٹر پہا۔ نے کو میز پر لٹکینے
کے ذریعہ اس طرح جکڑو کہ اس کا آزاد سہامیز کے کنارے
سے ۹۰ سر تک انفا باہر نکلا رہے۔ پلانہ کے آزاد سرے سے
مختلف بوجھ لٹکاؤ۔ اور ہر ایک



بوجھ کے جواب میں اس سرے
کے جھکاؤ کی پیمائش کرو۔
اس جھکاؤ کی پیمائش کے لئے
دو شیکنوں پر سہارے ہوئے
شہتیر کے لئے جو طریقے اوپر

بیان کئے گئے ہیں ان میں سے شکل ۱۱۔ برآمدہ بیرم کے لئے ینگ کا مقیاس
کوئی ایک طریقہ یہاں اختیار کیا جاسکتا ہے

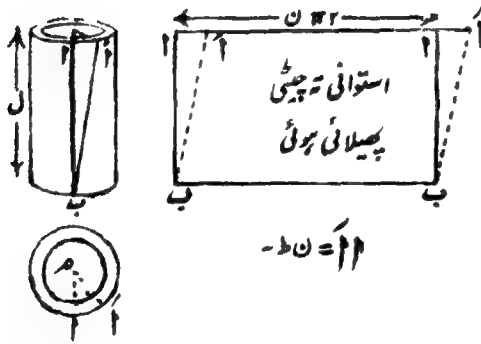
میز سے باہر نکلے ہوئے شہتیر کے حصہ کی لمبائی ناپو اور
بعد اس کے شہتیر کی چوڑائی اور موٹائی بھی دریافت کرو۔ اب
مندرجہ بالا مساوات کی مدد سے ینگ کے مقیاس کی قیمت
اخذ کرو۔

۳۔ استواری کا مقیاس

استوانی تار کی شکل کی شے کے لئے استواری کا مقیاس۔
فصل ہذا کی ابتداء میں استواری کے مقیاس کی تعریف

کی جاچکی ہے اور اُس میں ایک ایسے کُندے کی مثال لی گئی تھی جس کا نیچے والا حصہ تو ثابت تھا اور اُوپر والی سطح پر یکساں پھیلی ہوئی ایک ماسی جزی قوت ق لگائی گئی تھی۔ رُبط کے سوا کسی اور شے کی استواری کا مقیاس اس طرح دریافت کرنا ناممکن ہے کیونکہ تجربہ خانوں میں میسر آنے والی کوئی علی قوت ق سے پیدا شدہ بگاڑ ب اس قدر کم ہوتا ہے کہ اُس کی پائش نہیں ہو سکتی۔

تار کا مروڑ۔ جب کبھی کسی تار کے ایک سرے پر جُفت لگایا جائے اور اُس کا دوسرا سرا ثابت رکھا جائے تو تار مذکور میں ایک ایسا مروڑ پیدا ہوگا جس کا زاویہ لگائے ہوئے مروڑی جُفت کے متناسب ہے۔



$$\Delta L = \frac{PL}{AE}$$

شکل ۶۲۔ تار کا مروڑنا

تار ایسا تصور کیا جاسکتا ہے جو چند پتلی ہم مرکز استوانی تہوں سے بنا ہوا ہے جو جب کبھی تار مروڑا جاتا ہے تو ان تہوں میں سے ہر ایک تہ جزی حالت میں آجاتی ہے۔ پس جبکہ تار کا اوپر والا سرا زاویہ ط تک مروڑا جاتا ہے تو ذروں کی وہ تہ جو ابتداءً ا ب پر واقع رہتی ہے نقطہ دار خط ا ب پر منتقل ہو جاتی ہے۔

(شکل ۶۲ ملاحظہ ہو)۔
اگر مذکورہ بالا اُستوانی تار کو پھیلا کر چپٹا کر دیا جائے تو تار میں مروڑ پیدا ہونے کے قبل وہ تار ایک مستطیلی چادر کی شکل اختیار کر لے گی۔ اور مروڑ پیدا ہونے کے بعد اس کی شکل نقطہ دار شکل آ ب ب آ کی طرح ہو جائیگی۔ مروڑ کا زاویہ تار کے ابعاد اور مروڑ پیدا کرنے والے جفت کے درمیان جو باہمی تعلق ہے وہ ذیل کے رشتہ سے ظاہر کیا جاسکتا ہے :-

$$ج = \frac{\pi}{\pi} \frac{س}{ن} \frac{ل}{ط}$$

جہاں ج = مروڑ پیدا کرنے والا جفت

س = اُستواری کا مقیاس

ن = تار کا نصف قطر

ط = مروڑ کا زاویہ نیمقطریوں میں

ل = تار کا طول

عام طور پر مروڑ کے زاویہ کی پیمائش درجوں میں ہوتی ہے۔ فرض کرو کہ ل طول کے تار میں مروڑ کا زاویہ θ° ہے۔

$$\text{نوطہ نیمقطریاں} = \theta^\circ \times \frac{\pi}{180}$$

$$ج = \frac{\pi}{\pi} \frac{س}{ن} \frac{ل}{ط} = \frac{\pi}{\pi} \frac{س}{ن} \frac{ل}{\theta^\circ \times \frac{\pi}{180}}$$

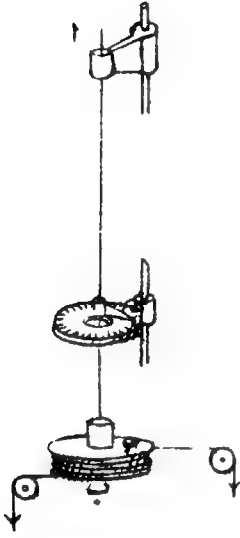
$$ج = \frac{\pi}{\pi} \frac{س}{ن} \frac{ل}{\theta^\circ} \times \frac{180}{\pi}$$

تار کو مروڑ کر اس کے اُستواری کے

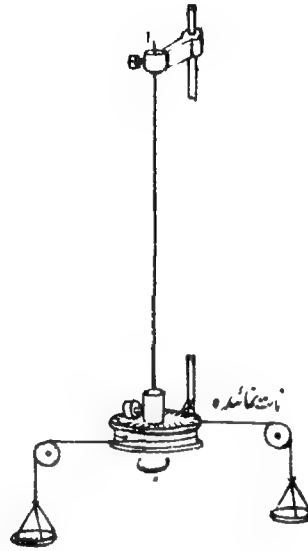
مقیاس دریافت کرنے کا آلہ۔

اس آلہ میں اشکال ۶۳ اور ۶۴ کی طرح تار انتصاباً قائم کیا جاتا ہے یا شکل ۶۵ کی طرح اُنغٹا تار کا ایک سہرا کسی

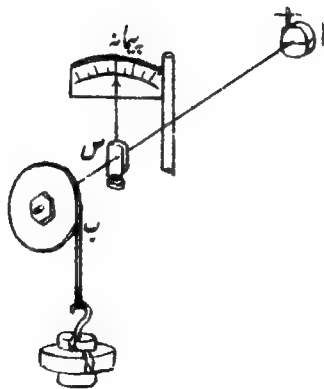
سہارنے والے ڈھانچے سے مضبوطی کے ساتھ جکڑا رہتا ہے۔ اور دوسرا



نکال نمبر (۶۴)



نکال نمبر (۶۳)



نکال نمبر (۶۵)

سہرا تار کو اپنی جگہ پر قائم رکھنے کے لئے ایک موزوں ثابت حلقہ سے گزارا جاتا ہے اور یہ سہرا حلقہ سے گزرنے کے بعد چرخہ ب کے وسط سے بانڈھ دیا جاتا ہے۔ چرخہ سے بندھے ہوئے سرے کے قریب ایک ایسا پیمانہ لگا ہوا ہوتا ہے جس پر زاویوں کے درجوں کے نشانات بنے ہوئے ہیں اور جس پر تار سے چسپاں ایک نمائندہ حرکت کر سکتا ہے۔ اور اس کے ذریعہ ثابت سرے اور نمائندہ کے درمیان کے تار میں چرخہ پر لگائے ہوئے جُھفت کی وجہ سے جو مروڑ فہ پیدا ہوتی ہے اُس کی پیمائش بہ آسانی ہوجاتی ہے۔ بعض اوقات درجوں کا پیمانہ چرخہ پر چڑھا دیا جاتا ہے اور نمائندہ مذکور کو ثابت رکھتے ہیں (شکل ۷۷)۔

تار کو مروڑنے کے لئے جو جُھفت لگایا جاتا ہے وہ چرخہ پر پلیٹی ہوئی ڈوریوں کے سروں کے ذریعہ لٹکے ہوئے وزنوں سے پیدا ہوتا ہے، جیسا کہ شکلوں سے ظاہر ہے۔ اس امر کے لئے متوازی اور متضاد سمتوں میں دوساوی قوتوں کا استعمال قابلِ رَجِّع ہے کیونکہ اس صورت میں تار دائیں بائیں کو نہیں کھینچتا۔ اگرچہ اُس حالت میں جبکہ تار انفا کھینچا رہتا ہے صرف ایک ہی قوت استعمال کی جاتی ہے جیسا کہ شکل ۷۵ سے واضح ہے۔ اس بغلی (دائیں بائیں) کھینچاؤ کی وجہ سے سہارے اور تار کے درمیان رگڑ عمل میں آجاتی ہے اور اس وجہ سے تار کے آزادانہ مڑنے میں رکاوٹ پیدا ہوجاتی ہے

د قطر کی چرخہ پر سے پلیٹی ہوئی ڈوری کے ذریعہ گ کیتوں کے دو مادوں کے لٹکنے سے تار میں جو مروڑی جُھفت پیدا ہوتا ہے اُس کی قیمت ذیل کے رشتہ سے معلوم ہوتی ہے:-

$$ج = ک ج د$$

(جہاں ج اِصراع بوجہ جاذبِ زمین ہے)

اگر صرف ایک ہی ڈوری استعمال کی جائے تو

$$\frac{\text{ک ج د}}{\text{ج}} = \text{ہم کو پہلے سے معلوم ہے کہ}$$

$$\text{ج} = \frac{22 \text{ انچ } 2 \text{ س ذہ}}{34}$$

اس لئے اس صورت کو غور کرتے ہوئے جب چرنی پر دو ڈوریوں سے مساوی کمیتوں کے دو مادے لٹکے ہوئے ہوں

$$\text{ج} = \text{ک ج د} = \frac{22 \text{ انچ } 2 \text{ س ذہ}}{34}$$

$$\text{س} = \frac{24 \text{ ل ج د} - (\text{ک ج د})}{22 \text{ انچ } 2 \text{ س ذہ}} \dots \dots \dots (۱)$$

اگر صرف ایک ہی ڈوری چرنی سے لگی ہو اور کمیت کا ایک مادہ لٹکا ہو تو

$$\text{ج} = \frac{\text{ک ج د}}{2} = \frac{22 \text{ انچ } 2 \text{ س ذہ}}{34}$$

$$\text{یعنی س} = \frac{180 \text{ ل ج د} - (\text{ک ج د})}{22 \text{ انچ } 2 \text{ س ذہ}} \dots \dots \dots (۲)$$

تجربہ ۳۔ تار کی استواری کے مقياس کی تعیین — سب سے پہلے نمائندہ س کا صفی مقام پڑھ لو یعنی نمائندہ کا پیمانے پر وہ مقام جبکہ تار میں کوئی مردی جفت عمل نہ کرے۔ ڈوریوں کے ذریعے مختلف بوجھ لٹکا لٹکا کر ان بوجھوں کے جواب میں تار کے مردی کے زاویے قلمبہ کرلو۔ بوجھ کو حسب دستور بتدریج مساوی مقداروں میں بڑھانا چاہئے۔ اگر مردی پیدا کرنے کے لئے دو ڈوریاں استعمال کی جائیں تو ایسی صورت میں ہر ایک ڈوری سے مساوی بوجھ

لٹکانا چاہیئے۔ جُفت کے بڑھتے اور گھٹتے وقت مروڑ کے زاویے قلمبند کرنے چاہئیں۔ جُفت کے بڑھنے اور گھٹنے کی دونوں صورتوں میں کسی جُفت کے زیرِ تحت مروڑ کے زاویہ کی قیمت ایک ہی ہونی چاہیئے اگر یہ صورتِ حال نہ ہو تو یہ سمجھنا چاہیئے کہ آیا تار لچک کی انتہا سے گذر چکا ہے یا اُس کے سہرے کافی طور پر جکڑے ہوئے نہیں ہیں۔ ان نتائج کو رد کر کے تجربہ کو پھر نئے سرے سے دہرائنا چاہئے۔ مگر اس مرتبہ استعمال شدہ بوجھ اس قدر کم ہو کہ بڑھتے اور گھٹتے جُفت کے تحت میں مروڑ کے زاویوں کی قیمت یکساں رہے۔ (تجربہ کی غلطی کے حدود کے اندر)۔

چرخہ ب کا قطر، تار کا نصف قطر اور فصل ا س جو ثابت سہرا اور نایندہ کے درمیان واقع ہے ناپو اور مشاہدات کو حسبِ ذیل جدول کی شکل میں ترتیب دو:-

ک	ادسٹ زاویہ مروڑ فہ	زاویہ مروڑ فہ درجوں میں		(ہر ڈگری پر بوجھ ک
		گھٹتا ک	بڑھتا ک	

ادسٹ ک = سمر
تار کا طول ا سے سس تک = ل = سمر
تار کا نصف قطر (۴ قسمنوں کا ادسٹ) = ن = سمر
چرخہ ب کا قطر = د = سمر

اگر چاہو تو لٹکنے والی کمیتوں میں ک اضافہ کے تحت میں ذہ درجہ کی اوسط قیمت اُس طریقہ سے دریافت کرو جیسا کہ ینگ کے معیار کی تعین کے بیان میں بتایا جا چکا ہے۔
مندرجہ بالا مساوات (۱) یا (۲) میں کپ کی اوسط قیمت رکھ کر س کی قیمت محسوب کرو۔
بدر ازاں ایک ایسا منحنی تیار کرو جس سے یہ معلوم ہو جائے کہ زاویہ مرؤ ذہ اور ک میں کیا تعلق ہے۔

کمانی کی تعمیر اور تعمیر شدہ کمانی کو ترازو کی طرح استعمال کرنے کا طریقہ۔

کلیئہ ہوک (یعنی تناؤ، بڑھاؤ کے تناسب ہے) کا اطلاق عام ہے۔ حتیٰ کہ اُس حالت میں بھی جب کہ جسم میں پیدا شدہ بگاڑ متذکرہ بالا صورتوں کے فساد کے مقابلہ میں اتنا آسان نہیں۔
مثال کے طور پر ایک خاص تجربہ جس میں فساد کی شکل آسان نہیں ایک ایسی مرغولہ دار کمانی کا تجربہ ہے جس کے محور پر تناؤ عمل کرتا ہے۔ اور محور کے متوازی رکھے ہوئے کسی پیمانے پر ایک نمائندہ کمانی کی درازی کا اظہار کرتا ہے۔ اور یہ درازی لگائی ہوئی قوت کے عکس کے تناسب ہوتی ہے۔
موجودہ تجربہ کا مقصد ایک کمانی دار ترازو کی تعمیر کرنا ہے یعنی یہ بات دریافت طلب ہے کہ کمانی کو کھینچ کر اُس میں لگے ہوئے نمائندہ کو مذکورہ بالا پیمانے کے کسی خاص نقطہ پر لانے کے لئے کتنی قوت درکار ہوگی۔

تجربہ سہ کمانی دار ترازو کی تعمیر۔ اس مقصد کے لئے جو آلہ استعمال کیا جاتا ہے وہ ایک ایسے

دھاتی یا چوبی ڈھانچے پر مشتمل ہے جس کے ایک کنارے سے مرغلہ دار کمانی کا ایک سرابندھا رہتا ہے۔ اور کمانی کے دوسرے سرے سے ایک ایسا نمائندہ لگا رہتا ہے جو ڈھانچہ مذکور سے جکڑے ہوئے پیانے پر آزادانہ حرکت کر سکے۔ کمانی کے نمائندہ والے سرے سے ترازو کا ایک پلاٹا لٹکایا جاتا ہے۔

ڈھانچہ کو اس طرح قائم کرو کہ کمانی اور پیانہ انتصاباً رہیں۔ اور نمائندہ پیانہ کو عین چھوٹا رہے۔ اب نمائندہ کا صفری مقام پڑھ لو یعنی پیانے پر نمائندہ کا وہ مقام جبکہ کمانی سے کوئی بوجھ نہ لگتا ہو۔ اُس کے بعد تدریج بڑھتے ہوئے بوجھ کے تحت میں نمائندہ کے مختلف مقامات کو پڑھ لو۔ اور ان نتائج کو جدول کی شکل میں مرتب کرو۔ یہ یاد رہے کہ بوجھ لچک کی انتہا سے بڑھنے نہ پائے۔ اور اس بات کا بھی لحاظ رہے کہ نمائندہ پیانے کی حد سے باہر نہ نکل جائے کیونکہ عموماً پیانے کا طول اتنا رکھا جاتا ہے جو زیادہ سے زیادہ جائز (یعنی لچک کی انتہا تک) حرکت کی تعبیر کر سکے۔

بوجھ کو فسطے مان کر اور پیانے کی درجہ خوانیوں کو معین قرار دے کر مثلاً ہر دوں کے نتیجوں کی مربع دار کاغذ پر ترسیم کرو۔ اس بات کا خیال رہے کہ ترسیم جتنے بڑے پیانے پر کھینچی جائیگی اتنی ہی وہ بہتر ہوگی۔

اگر فساد بوجھ کے ٹھیک تناسب ہو تو ترسیمی نقطے ایک ہی خط مستقیم پر واقع ہونے چاہئیں۔

ایک ایسا خط مستقیم کھینچو جو مشہودہ نقطوں سے ہو کر گزرے۔ اب یہ ترسیم کسی غیر معلوم بوجھ کو دریافت کرنے کے لئے استعمال کی جاسکتی ہے۔ کمانی سے لگے ہوئے غیر معلوم بوجھ کی وجہ سے جو کھینچاؤ واقع ہوتا ہے اُس کو دریافت کرو اور ترسیم میں اس کھینچاؤ کا جوابی بوجھ پڑھ لو۔

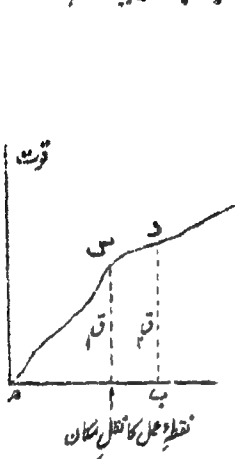
۴۔ ایسے جسم کی توانائی جس میں فساد پیدا ہو گیا ہو۔

جب کسی قوت سے جسم کی شکل بگڑ جاتی ہے تو بگاڑ پیدا کرنے والی قوت کسی خاص فضل تک عمل کر چکی ہے۔ اور اس لئے اس قوت نے جسم پر ایک خاص مقدار کا کام کیا ہے اور یہ کام بشکل فسادِ توانائی جسم میں جَمع ہو جاتا ہے۔ س۔ گ۔ لٹ کے نظام میں کام کی اکائی ارگ ہے یعنی جب ایک ڈائمن کی قوت کا نقطہٴ عمل ایک سمر فاصلہ طے کرے تو اُس سے جو کام ہوتا ہے اُس کو اس گ کہتے ہیں۔

جب کبھی کسی ایسی قوت قی ڈائمن کے زیرِ عمل جو بہرِ ہستگی لگائی گئی ہو تار کے طول میں ل سمر کا کھینچاؤ پیدا ہو جائے تو ہم کو بظاہر یہ معلوم ہوگا کہ قوت قی نے پورے فضل ل تک عمل کیا ہے اور یہ بھی خیال ہوگا کہ فسادِ کیفیت کی وجہ سے کام کو بمقدار قی ل ارگ جسم میں جمع ہو جانا چاہیے۔ مگر حقیقتِ حال یہ ہے کہ پوری قوت قی اُس وقت تک عمل میں نہیں آتی جب تک کہ طول میں پوری درازی ل واقع نہ ہو جائے۔ قوت کو آہستگی سے لگانے کا مفہوم یہ ہے کہ سب سے پہلے قوت کا بڑا حصہ مشاہدِ خود سنبھال لیتا ہے اور لگائی ہوئی قوت کی صرف ایک چھوٹی کسر تار پر عمل کرتی ہے۔ جیسے جیسے تار کھینچتا جاتا ہے مشاہد کو آہنی ہی کم قوت سنبھالنی پڑتی ہے اور قوت کا وہ حصہ جسے تار خود سنبھالتا ہے برابر بڑھتا جاتا ہے جہاں تک کہ جب تار میں پورا کھینچاؤ پیدا ہو جاتا ہے تو اُس پر ساری قوت قی عمل کرنے لگتی ہے۔

جس وقت قوت قی عمل کر رہی تھی تو بلاشبہ اُس قوت نے قی ل ارگ کے مساوی کام کیا تھا۔ مگر اِس کام کے حصہ کو تو مشاہد نے قوت کو بہرِ ہستگی عمل میں لانے کی وجہ سے صرف کیا اور پورے کام

قل کا صرف ایک حصہ تار میں داخل ہوا۔ دراصل دونوں میں سے ہر ایک نے توانائی قل کا نصف حصہ جذب کر لیا ہے۔



شکل ۶۶

ایک ایسی متغیر قوت ق کے کام پر غور کرو جس کی مقدار اس کے نقطہ عمل کے نقل مکان کے ساتھ ساتھ بدلتی جاتی ہے جیسا کہ شکل ۶۶ میں دکھایا گیا ہے۔ شکل ۶۷ میں ایک غیر منتظم منحنی (جس سے قوت کی کسی خاص کیفیت کا اظہار نہیں ہوتا) اس وجہ سے کھینچا گیا ہے کہ اس کے لحاظ سے حاصل شدہ نتائج عام طور پر صحیح سمجھے جائیں۔

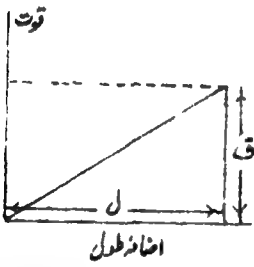
جب نقطہ عمل ۱ پر رہتا ہے تو قوت کی مقدار ق_۱ ہے جس کی تعبیر ۱س سے ہوتی ہے۔ نقطہ عمل کو ب تک لانے میں قوت کی مقدار بڑھ کر ایک ایسی قیمت ق_۲ اختیار کر لیتی ہے جس کی تعبیر ب د سے ہوتی ہے۔ اثنائے نقل مکان میں قوت کی اوسط قیمت

$$ق = \frac{ق_۱ + ق_۲}{۲}$$

یہ ظاہر ہے کہ اس نقل مکان کی وجہ سے جو کام ہوتا ہے اس کی قیمت ق_۱ x ۱ ب کے برابر ہے اور اس کی تعبیر ایک ایسے رقبہ ۱ ب س د سے ہوتی ہے جو منحنی کے نیچے دو زیر بحث معیضوں کے درمیان واقع ہے۔

ایسی طرح کسی دوسرے نقل مکان کی وجہ سے جو کام ہو گا اس کی بھی تعبیر منحنی کے نیچے کے ایک مشابہ رقبہ سے ہو سکتی ہے۔

پس کسی نقل مکان کے لحاظ سے کل کام کی تعبیر اس رقبہ سے ہوگی جو منحنی کے نیچے مبدا، سے لے کر نقطہ زیر غور پر کے معین تک واقع ہو۔ مندرجہ بالا قاعدہ، قوت اور نقل مکان کی کسی باہمی ترسیم کے لئے درست ہے خواہ قوت کسی طرح بدلتی ہو۔



شکل ۱: کسی تار کی مساوی توانائی

فسادوں کی بحث میں بڑھاؤ پیدا کرنے والی قوت، پیدا شدہ بڑھاؤ کے تناسب رہتی ہے اس لئے قوت اور نقل مکان کی باہمی ترسیم خطا مستقیم سے ہوگی۔ اور اس صورت میں منحنی کے نیچے مبدا، اور کسی خاص نقل مکان کے جوابی معین کے درمیان والا رقبہ مشابہ ہوگا۔ اور یہ رقبہ $\frac{1}{2} Q L$ کے مساوی ہے (شکل ۱)۔

لہذا جب ایک قوت Q تار میں L سمرکا بڑھاؤ پیدا کرتی ہے تو اس تار کی مساوی توانائی $\frac{1}{2} Q L$ کے مساوی ہے۔ اگر مساوی توانائی کی تعبیر سے کی جائے تو

$$ت = \frac{1}{2} Q L = \frac{1}{2} \times \text{کھینچنے والی قوت} \times \text{اضافہ طول}$$

معمولی سیدھے تار کے لئے کسی سارے تجربے سے یہ ثابت کرنا کہ $ت = \frac{1}{2} Q L$ ناممکن ہے مگر مرغولہ دار کمانی کے ذریعہ اس دعوے کی صحت کی تشریح بہ آسانی ہو سکتی ہے۔

مرغولہ دار کمانی میں جمع شدہ توانائی، کمانی کی قوت اور

اُس کے اضافہ عمودی طول کے حاصل ضرب کے برابر ہوتی ہے۔

قوت کا یہ آہستگی لگانا۔ گ، کمیت کے ایک مادے کو تار کی کمانی پر اس طرح لٹکنے دو کہ اُس کا وزن تار پر تبدیلیج عمل میں آئے۔ اور فرض کرو کہ اس وزن کی وجہ سے کمانی میں l کا بڑھاؤ پیدا ہو گیا۔ اب کمانی کی عمل کردہ قوت Q ہے اور چونکہ کمانی کے سرے پر لٹکی ہوئی کمیت m بے حرکت رہتی ہے اس لئے $Q = mg$ (جہاں g اسراع بوجہ جاذبہ زمین ہے)۔

اب ہم یہ دکھانا چاہتے ہیں کہ کمانی میں جمع شدہ فسادى توانائی کی مقدار $\frac{1}{2} Q l$ ہے۔

قوت کا دفعہ لگانا۔ فرض کرو کہ ہم ایک کمیت m کو کمان کے آزاد سرے سے باندھ کر ایک سہارے پر اس طرح قائم رکھیں کہ کمانی میں ذرا سا بھی فساد نہ ہونے پائے۔ اب اگر سہارے کو ایک بیک ہٹایا جائے تو کمیت m کا کل وزن کمانی پر عمل کرنے لگے گا۔ جیسے جیسے کمانی بڑھتی ہے گرنے والی کمیت کی توانائی بالقوہ کچھ تو کمیت m کی توانائی بالفعل سے بدل جاتی ہے اور کچھ کمانی میں بطور فسادى توانائی جمع ہو جاتی ہے۔ کچھ فصل طے کرنے کے بعد گرنے والی کمیت کی حرکت سست پڑ جاتی ہے اور آخر کار فصل l تک گرنے کے بعد وہ لمحہ لچھرا کے لئے سکون میں آ جاتی ہے۔

اب چونکہ اس میں کوئی توانائی بالفعل باقی نہیں رہی اس لئے مادے کے پہلے بار ساکن ہونے کے وقت اُس کے گرنے کی وجہ سے توانائی بالقوہ میں جو نقصان ہوتا ہے وہ کمانی میں بشکل فسادى توانائی جمع ہو جاتا ہے۔

اودہ کم کے گرنے کی وجہ سے توانائی بالقوہ کا نقصان
کے ج ل کے مساوی ہے اور اس لئے ہمیں معلوم ہے کہ جب
کمانی ل فصل تک پہنچ جائے تو اس میں جمع شدہ فساد توانائی
کے ج ل اور گ کے برابر ہوگی۔

اگر کم کو ہم اس طرح ٹھیک کریں کہ اس کے دفعہ گرانے
میں کمانی کا دیدار سے زیادہ بڑھاؤ اتنا ہی ہو جتنا کہ کم کو آہستگی سے
گرانے میں تو ہم اس طریقہ سے مساوات $t = \frac{1}{2} \frac{Q}{L}$ کی تصدیق
بہ آسانی کر سکتے ہیں۔ جب دونوں صورتوں میں کمانی کے بڑھاؤ ایک
ہی ہوں تو $L = \frac{1}{2} Q$ اور کمانی کی توانائی $t = \frac{1}{2} Q$ کم ج ل اور
کمانی کا تناؤ $Q = \frac{1}{2} Q$ ۔ اگر تجربہ سے یہ حاصل ہو جائے کہ
کم $\frac{1}{2} Q$ تو تجربہ اس امر کی تصدیق ہو جائیگی کہ اگر قوت ق سے
جسم کے طول میں ل کا بڑھاؤ پیدا ہو جائے تو یکوے ہوئے جسم میں
 $\frac{1}{2} Q$ کے برابر فساد توانائی جمع ہو جاتی ہے۔

تجربہ ۵۵۔ مرغولہ دار کمانی کی توانائی کی تعیین۔
مرغولہ دار کمانی سے ترازو کا پلاڑا جدا کرو۔ (اگر پلاڑا نہ جدا کیا جائے تو اس
کی کمیت دونوں کمیتوں کم اور کم میں شریک کر لینی چاہیے)۔ اتنا
کافی بوجھ کمانی سے بر آہستگی لٹکاؤ جو کمانی کو پٹانے کے تقریباً آخری درجہ
تک بڑھا دے۔ اس مستقل بڑھاؤ اور استعمال شدہ بوجھ کم کی قیمتیں
تقلید کرو۔

اب غیر فساد حالت کی کمانی سے بندھے ہوئے ایک دوسرے
بوجھ کم کو اس طرح ٹھیک کرو کہ جب وہ دفعہ گرایا جائے تو کمانی کا
اب سے پہلا بڑھاؤ اتنا ہی ہو جتنا کہ پہلے تجربہ میں بوجھ کم کی وجہ
سے پیدا ہوا تھا۔

مختلف بڑھاؤ حاصل کرنے کے لئے تجربہ کو دہراؤ۔ مشاہدات کو
مندرجہ ذیل جدول کی شکل میں مرتب کرو۔

ک ک	بڑھاؤ پیدا کرنے والا نوجھ		بڑھاؤ ل سر
	(ب) دھندلایا ہوا ک گرام وزن	(۲) آہستگی سے لگایا ہوا ک گرام وزن	
۰.۵۳۸۶	۵۲	۱۰۶	۱۰۵۳
۰.۵۵۱۶	۴۵	۸۶	۸۵۳
۰.۵۳۹۳	۳۲	۶۶	۶۶۸
۰.۵۵۳۲	۲۵	۴۶	۴۵۵
۰.۵۵۵۵	۱۵	۲۶	۲۵۶

یہ معلوم ہو گا کہ $\frac{1}{k}$ تقریباً ۰.۵ کے برابر ہے۔ اور یہ بھی معلوم ہو گا کہ جتنا چھوٹا بوجھ یا بڑھاؤ استعمال کیا جائے اتنی ہی نتیجے میں صحت کم حاصل ہوگی چونکہ مشاہدات لینے میں جو غلطی واقع ہوتی ہے وہ قریب قریب سب تجربوں میں یکساں ہے اس لئے اگر مشہودہ کمیتوں کی مقداریں کم ہوں تو غلطی کی قیمت نسبتاً چھوٹی مقداروں میں زیادہ ہوگی۔

پس چونکہ $\frac{1}{k}$ کی قیمت ۰.۵ کے برابر پائی گئی ہے اس لئے (تجربہ کی غلطی کی حدود کے اندر) تجربہ سے اس دعوے کی تصدیق ہو گئی کہ $\frac{1}{k} = \frac{1}{2}$ ۔



فصل ہشتم

علم حرکت

۱۔ کلیات حرکت

اب تک ہم نے زیادہ تر یا تو ساکن مادوں پر بحث کی ہے یا حرکت واقع ہونے کی صورت میں ہم نے حرکت کے صرف نتیجوں پر غور کیا ہے نہ کہ نفس حرکت پر۔ علم حرکت کی بحث میں ہماری غرض خود حرکت سے اور حرکت پیدا کرنے والی قوتوں سے اور متحرک مادوں سے رہیگی۔

نیوٹن کے اول کلیہ حرکت میں خود قوت کی تعریف *ان لفظوں میں* ہے کہ قوت وہ ہے جو مادہ میں جسم کے حالت سکون یا ہموار حرکت کی حالت کے بدلنے کا تقاضا کرتی ہے۔

قریب قریب تمام علم حرکت کی بحث یا تو کم و بیش براہ راست نیوٹن کے دوسرے کلیہ حرکت کی تشریح ہے یا کلیہ مذکورہ میں جن کمیتوں کا ذکر کیا جاتا ہے ان میں سے کسی نہ کسی ایک کمیت یا کمیتوں کی تحقیقات ہے۔

نیوٹن کا دوسرا کلیہ حرکت

کسی قوت کے زیرِ عمل جسم کی مقدارِ حرکت کی تبدیلی

قوت کی مقدار اور وقت عمل کے تناسب ہے۔ اور یہ تبدیلی اُسی سمت میں واقع ہوتی ہے جس میں قوت عمل کرتی ہے۔

مقدار حرکت یا حرکت کا معیار اثر۔ آج کل جسم

کی مقدار حرکت کو جسم کی "حرکت کا معیار اثر" کہتے ہیں اور اس کی تعریف یوں کی جاتی ہے کہ یہ جسم کے مادے کی کمیت اور اس کی رفتار کے حاصل ضرب کے مساوی ہے۔

جسم کی حرکت کے معیار اثر میں سمت اور مقدار دونوں ہوتی ہیں۔ اس بناء پر معیار اثر سمتی کمیت ہے۔

دوسرا کلیہ اس طرح بھی بیان کیا جاسکتا ہے کہ حرکت کے معیار اثر کی شرح تغیر قوت کے تناسب ہے۔

ہم قوت کی اکائی کی تعریف یوں کرتے ہیں کہ اکائی قوت، حرکت کے معیار اثر میں اکائی شرح تغیر پیدا کرتی ہے۔ یا

قوت = حرکت کے معیار اثر کی شرح تغیر

اب اگر کوئی قوت کسی مستقل کمیت مادہ کے جسم پر عمل کرے تو اس کی حرکت کے معیار اثر میں جو تبدیلی واقع ہوگی وہ اس کی رفتار کے تغیر کا بالکل نتیجہ ہوگی۔ پس

قوت = کمیت مادہ \times رفتار کی شرح تغیر

= کمیت مادہ \times اسراع

حرکت کے معیار اثر کی بقا کا اصول

اگر دو اجسام ۱ اور ۲ ایک دوسرے کے عمل کے تحت میں اس طرح آجائیں کہ ۱ کے عمل سے ۲ کی حرکت میں یا ۲ کے

عمل سے ۱ کی حرکت میں تبدیلی واقع ہو جائے تو یہ دونوں اجسام متصادم کہلاتے ہیں۔ اور یہاں تصادم کے لئے یہ ضروری نہیں کہ اجسام مذکور آپس میں مس کریں۔ حرکت کے معیار اثر کی بقا کے اصول کا یہ دعویٰ ہے کہ کسی تصادم میں بحیثیت مجموعی معیار اثر میں نہ کوئی نفع واقع ہوتا ہے نہ نقصان۔ یہ اصول نیوٹن کے تیسرے کلیئہ حرکت سے محض نظری طور پر بغیر عملی تجربے کے ثابت کیا جاسکتا ہے۔ نیوٹن کا تیسرا کلیئہ حرکت حسب ذیل ہے :-

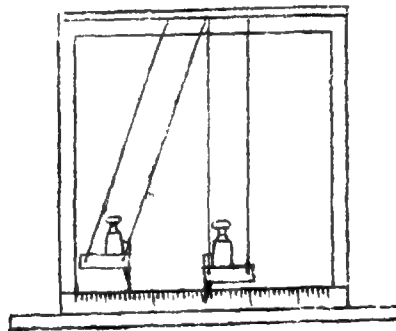
عمل اور رد عمل آپس میں متضاد ہیں۔ ہم یہاں اس اصول کی صرف تجربی تصدیق پر غور کریں گے۔ اور اثناء بحث میں ان تجربوں ہی کا بیان کریں گے جن میں فی الحقیقت جسمانی مس سے تصادم واقع ہوتا ہو۔ اور متصادم اجسام ایک ہی خط مستقیم میں حرکت کرتے ہو۔ یہ ضروری ہے کہ متحرک اجسام کے مجموعی معیار اثر پر غور کرتے وقت ان کی سمت حرکت اور ان کے معیار اثر کی مقداروں کا لحاظ رکھا جائے۔ لہذا اگر دو اجسام اس طرح حرکت کریں کہ ان کی رفتاریں ایک ہی خط مستقیم میں بالترتیب ۲ اور ۳ ہوں۔ اور ایک جسم دائیں طرف اور دوسرا بائیں طرف حرکت کرے جس کی وجہ سے ایک جسم میں مثبت معیار اثر اور دوسرے میں منفی ہو تو مجموعی معیار اثر ہر دو اجسام مذکورہ کے معیار اثر کے جبجوی مجموعے کے مساوی ہو گا۔ یہ لازمی نہیں کہ کوئی خاص سمت مثبت یا منفی قرار دی جائے مگر اس بات کا لحاظ ضرور رکھا جائے کہ جب کسی خاص تجربے میں کوئی ایک سمت مثبت یا منفی مان لی جائے تو تمام تجربے کے دوران میں سمت مقررہ کے نام میں تبدیلی نہ ہونے پائے۔

فرض کرو کہ دو کمیتیں ۱ اور ۲ جو بالترتیب ۲ اور ۳ فرض کرو کہ وہ دو کمیتیں ۱ اور ۲ جو بالترتیب ۲ اور ۳ رفتاروں سے ایک ہی خط مستقیم میں حرکت کرتی ہوں آپس میں تصادم

کریں۔ اور فرض کرو کہ تصادم کے بعد اُن کی رفتاریں بالترتیب p اور p' ہو گئی ہوں تو بقائے معیار اثر کے اصول سے
مجموعی معیار اثر قبل تصادم = مجموعی معیار اثر بعد تصادم یعنی
 $kp + k'p' = k'p'' + kp''$
یہاں رفتار کی ایک سمت مثبت مان لی گئی ہے اور دوسری
سمت منفی۔

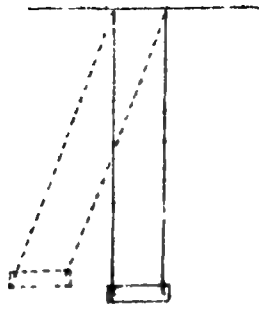
اندفاعی ترازو

وہ آکے جس سے معیار اثر کی بقا کے اصول کی عملی تشریح ہر آسانی
ہوتی ہے اندفاعی ترازو کے نام سے مشہور ہے (شکل ۶۸)۔
اس آکے میں بالعموم لکڑی کے دو پلڑے ہوتے ہیں اور
یہ پلڑے ڈوریوں کے ایک نظام سے اس طرح لٹکائے جاتے ہیں



شکل ۶۸۔ ہیک (Hick) کا اندفاعی ترازو

کہ وہ (پلڑے) بڑے نصف قطر کے قوس پر حرکت کر سکیں۔ لٹکانے والی
ڈوریاں اس طرح مرتب کی جاتی ہیں کہ جھونکنے کے وقت پلڑوں میں
کسی قسم کی گردش حرکت واقع نہ ہو۔ اور پلڑوں کی اوپر کی سطحیں اپنے
ہر محل پر افقار ہیں (شکل ۶۹)۔



اس آلے کی بہت سی شکلیں ہو سکتی ہیں مگر ایک خاص شکل میں اس کے پلڑوں میں نمائندے لگے ہوئے ہوتے ہیں۔ اور ایسا انتظام ہوتا ہے کہ یہ نمائندے ایک ثابت پیمانہ پر جو آلہ کے قاعدے سے افقاً چسپاں رہتے ہیں آزادانہ حرکت کر سکیں۔

نکل ۶۹۔ پلڑے کی حرکت

بخشہ ۵۶۔ اندفاعی ترازو — مندرجہ بالا

دونوں پلڑوں پر معلوم کمیتوں کے مادے رکھ کر متحرک مادوں کی مجموعی کمیت مختلف طرح سے بدلی جاسکتی ہے۔ ہر تجربے میں مادے پلڑوں پر اس طرح رکھے جائیں کہ وہ پلڑوں کے سامنے ابھرے ہوئے کناروں سے مس کرتے رہیں۔ اگر ایسا نہ کیا جائے تو تصادم کے وقت مادے اپنے مقام سے سرک جائیں گے اور اس کی وجہ سے تجربے کی صحت کم ہو جائیگی۔ یہ یاد رہے کہ مادے کے متحرک نظام کی کمیتیں کم اور کم محسوب کرتے وقت پلڑوں کی ذاتی کمیتیں بھی شریک حساب رہیں۔

اگر ایک پلڑا کسی معلوم فاصلے تک ہٹا کر چھوڑ دیا جائے تو وہ اپنے تعادل کے مقام پر ایک ایسی رفتار سے واپس آجائیگا جو اس کے ابتدائی افقی نقل مکان کے متناسب ہوگی۔ اس دعوے کا ثبوت اُٹھدہ دیا جائیگا۔

جب پہلا پلڑا دوسرے پلڑے (جو ابتداءً ساکن ہے) سے ٹکرائیگا تو دونوں پلڑوں کی رفتاریں بدل جائیں گی۔ اب اس کی ضرورت ہے کہ تصادم کے بعد پلڑوں کے

افقی نقل مکان کے مشاہدے سے اُن میں سے ہر ایک کی رفتار دریافت کی جائے۔ اگر اکائیوں کا کوئی مناسب نظام لیا جائے تو افقی نقل مکان، حقیقی رفتاروں کے مساوی تصور کئے جاسکتے ہیں۔ چونکہ دونوں نمائندوں کا بیکہ وقت مشاہدہ کرنا ناممکن ہے اس لئے اس کی ضرورت ہے کہ ہر ایک نمائندے کے لئے تجربہ الگ الگ کیا جائے۔ اس کی صورت یوں ہو سکتی ہے کہ دونوں نمائندوں میں سے ایک کے زیادہ سے زیادہ افقی نقل مکان (تصادم کے بعد) کا مشاہدہ کیا جائے۔ اُس کے بعد دوسرے نمائندے کا بھی زیادہ سے زیادہ نقل مکان (تصادم کے بعد) دریافت کیا جائے۔ مگر دونوں صورتوں میں ابتدائی نقل مکان اور کمیتیں مستقل ہونی چاہئیں۔

ابتدائی نقل مکان اور متحرک کمیتوں کو بدل بدل کر تجربے کو چند بار دہراؤ۔
نتائج حسب مندرجہ ذیل جدول کی شکل میں مرتب کرد۔

غلطی فی صد	بعد تصادم					قبل تصادم		
	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

چونکہ مادہ کپ ابتدا میں ساکن تھا اس لئے پ صفر ہے۔ لہذا تیسرا خانہ کپ مجموعی ابتدائی معیار اثر کی تعبیر کرتا ہے۔ اور دسواں خانہ

ک پ + ک پ نہ تصادم کے بعد مجموعی معیار اثر کی۔
ان دونوں خانوں کے فرق کو ان میں سے کسی ایک کے
رقوم میں فی صد ظاہر کرو۔ اور اس فی صد قیمت کو آخری خانے میں ہر
تجربے کے سامنے بطور غلطی درج کرو۔

اگر کوئی آلہ ایسا ہو جس میں چپٹی یا نوکدار کیل لگی ہوئی ہو جس کے ذریعہ
سے دونوں پلڑے تصادم کے بعد آپس میں گتھ جائیں تو اس کی وجہ سے دونوں
پلڑے ایک مشترک رفتار (نہ = نہ) کے ساتھ حرکت کریں گے۔ اس شکل کے آلے میں
نمائندہ کی ضرورت باقی نہیں رہتی۔ یہاں پلڑوں کی حرکت ایک ایسے راکب کے ذریعے
سے ظاہر کی جاسکتی ہے جو ٹکڑی کے ایک ڈنڈے پر متحرک ہو سکے۔ اور راکب مذکور
کی حرکت سے تصادم کے بعد دونوں کیتوں کے زیادہ سے زیادہ نقل مکان
کا اظہار ہو سکتا ہے۔

یہاں نہ صرف مشاہدات کی جدول کی ترتیب میں کسی قدر آسانی ہو جاتی
ہے بلکہ مشاہدات کے کرنے اور تجربے کے عام عمل میں بھی بڑی سہولت حاصل
ہوتی ہے۔

اس صورت میں جدول کی شکل حسب ذیل ہوگی۔۔

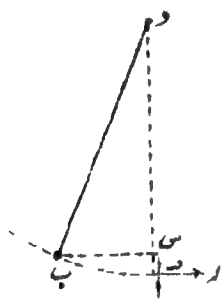
نقطی فی صدی	بعد تصادم			قبل تصادم		
	مجموعی معیار اثر	مشترک رفتار	مجموعی کینٹ	مجموعی معیار اثر	رفتار	کینٹ
	(ک پ + ک پ) نہ	نہ	ک پ + ک پ	ک پ + ک پ	نہ	ک پ

یہاں آخری خانے سے تیسرے اور چھٹے خانوں کے فرق کا اظہار ان میں سے

کسی ایک کے رقوم میں فی صد حساب کے لحاظ سے ہوتا ہے۔

ثبوت کہ حالتِ تعادل میں رفتارِ افقی نقل مکان کے

متناسب ہے۔ فرض کرو کہ مادہ ک اپنے تعادل کے مقام ۲ سے قوس ۱ ب پر ہوتا ہوا نقطہ ۱ ب تک ہٹا لیا گیا ہے یہاں نقطہ تعلیق ۱ ہے (شکل نمٹ)۔ اور قوس ۱ کا نصف قطر ۱ ب = ۱۔ مقام ۱ سے ۲ تک کیت ہذا کے واپس ہونے میں اُس کی توانائی بالقوۃ کا نقصان بمقدار ک ج ف ہوگا۔



نقطہ ۲ پر یہ کیت ایک ایسی رفتار رکھتی ہے جس کی سمت شکل سے واضح ہے۔ اور ۲ پر اُس کو جو کچھ توانائی بالفعل حاصل ہے وہ اُس کے ۱ ب سے ۲ تک آنے میں جو توانائی بالقوۃ کا نقصان ہوا ہے اُس کا نتیجہ ہے۔

یعنی ۱ ک = ۲ ک ج ف
یا ۱ ک = ۲ ک ج ف کے

شکل نمٹ۔ اندفاعی ترازو کی رفتار

ہمیں معلوم ہے کہ ۱ ک = ۲ ک ج ف + ۱ ک ج ف

یعنی ۱ ک = (۱ ک ج ف) + ۱ ک ج ف

اس لئے ۱ ک ج ف = ۱ ک ج ف + ۱ ک ج ف

یہ ظاہر ہے کہ ۱ ک ج ف کے مقابلے میں بڑا ہے۔ اس لئے کافی قریب درجے کی صحت کے ساتھ ۱ ک ج ف کے مقابلے میں ۱ ک ج ف نظر انداز کیا جاسکتا ہے۔ (۱ ک ج ف کی قیمت ۱ ک ج ف کی قیمت کے مقابلے میں شاذ و نادر فی صد تک پہنچتی ہے)۔

اس لئے قریب ترین درجہ صحت کے ساتھ ہم کہہ سکتے ہیں کہ

۱ ک ج ف = ۲ ک ج ف

یعنی ۱ ک ج ف، ۱ ک ج ف کے متناسب ہے۔

ب س، مادہ ک کا ابتدائی اُنفی نقل مکان ہے۔
چونکہ ب س اور ر دونوں گ کے متناسب ہیں اس لئے ب س، ر کے
متناسب ضرور ہوگا۔ یعنی جسم کی رفتار تقادل کے مقام پر سے گزرنے وقت ابتدائی
اُنفی نقل مکان کے متناسب ہے۔

بالعکس یہ بھی دکھایا جاسکتا ہے کہ وہ اُنفی فعل جہاں تک جسم مقام تقادل
سے گذر کر پہنچتا ہے اُس رفتار کے متناسب ہے جو جسم مذکور کو مقام تقادل پر چل
ہے۔ یعنی تصادم کے بعد رفتاریں اُن زیادہ سے زیادہ اُنفی نقل مکان کے
متناسب ہیں جہاں تک اجسام ٹکرانے کے بعد پہنچتے ہیں۔

اس امر کی اہمیت کہ تصادم کے وقت یلزدوں میں کسی قسم کی محوری حرکت
نہ ہونے پائے ثبوت مندرجہ بالا سے صاف ظاہر ہو گئی ہوگی۔ اگر محوری حرکت موجود
رہے تو ب پر کی توانائی بابقوہ ۲ پر کی غلطی توانائی بافعل کی صورت میں کلیئم نمودار
نہ ہوگی۔ بلکہ اُس کا کچھ حصہ بطور محوری توانائی بافعل موجود رہے گا۔ لہذا یہ دعویٰ کہ

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}mv^2$$

صحیح نہ ہوگا۔ اور مندرجہ بالا ثبوت باطل ہو جائیگا۔

محوری حرکت کے رد کرنے کا طریقہ شکل ۶۹ کے ملاحظہ سے صاف ظاہر

ہو جائیگا۔

۲۔ دوسرے کلیئم حرکت کی عملی تصدیق کے طریقے

اگر کوئی جسم مستقل اسراع کے ساتھ حرکت کرے تو وہ
فصل جس کو جسم مذکور اُقت و میں طے کرے گا ذیل کی مساوات سے حاصل ہوتا ہے۔

$$f = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}mv^2$$

جہاں $\frac{1}{2}mv^2$ جسم کی ابتدائی رفتار ہے۔

اگر جسم ابتداء ساکن ہے تو $\frac{1}{2}mv^2 = 0$ ۔ اور مساوات مندرجہ بالا

ذیل کی صورت اختیار کر گئی۔

$$f = \frac{1}{2}mv^2$$

کسی وقت کے ختم پر سہا خٹا سر کی قیمت مساوات۔

$$r = b + c$$

سے حاصل ہوتی ہے۔ اور اسی مساوات کی شکل
 $r = c$ ہو جائیگی اگر ابتدائی رفتار صفر ہو۔

یہ مساواتیں مطلق ہیں۔ اور مختلف مقادیر مسئلہ کی تعریفوں
 سے اخذ کی گئی ہیں۔ اور نیز ان کی تصدیق عملاً نہیں کی جاسکتی۔
 بااں ہم یہ مساواتیں اس امر کے دریافت کرنے میں استعمال کی جاسکتی ہیں کہ
 آیا جسم ہموار اسراع کے ساتھ حرکت کر رہا ہے یا نہیں۔ پس اگر فاصلہ f
 جس کو جسم سکون کے بعد وقت t میں طے کرے، کلیہ

$$f = \frac{1}{2} a t^2 \quad (مستقل)$$

کی پابندی کرے تو جسم مذکور ہموار اسراع کے ساتھ حرکت کرے گا۔ اور اس اسراع
 کی قیمت مستقل a کی قیمت سے دو چند ہوگی۔ کیونکہ

$$c = \frac{a}{2}$$

وزن اور کمیت مادہ

ان مساواتوں کے استعمال کی مثال میں وہ جسم پیش کیا
 جاسکتا ہے جو اپنے وزن کے زیر عمل آزادانہ گر رہا ہے۔ اگر کوئی جسم
 بالکل آزادانہ زمین کی طرف گرنے دیا جائے تو جسم مذکور اپنی ابتدائی
 حرکت سے وقت t میں ایک ایسا فاصلہ f طے کرے گا جو a کے
 متناسب ہوگا۔ پس پہلے ثانیہ میں وہ تقریباً پانچ میٹر نیچے اترے گا۔ مگر پہلے
 دو ثانیوں میں بیس میٹر۔ لہذا اگر کوئی جسم اپنے وزن کی وجہ سے سکون کے
 بعد آزادانہ گرے تو $f = \frac{1}{2} a t^2$ کی قیمت تقریباً a (پانچ) کے مساوی ہے۔ یعنی
 کل جسموں کے لئے اسراع بوجہ جاذبہ زمین ایک ہی ہے۔ اور اس کی
 قیمت تقریباً دس میٹر فی ثانیہ فی ثانیہ ہے (اس اسراع کی صحیح قیمت جزائر
 برطانیہ میں ۹۶۸۱ میٹر فی ثانیہ فی ثانیہ اور حیدر آباد دکن میں ۹۶۷۴ میٹر ہے

اب ہم دوسرے کیلئے حرکت کی مدد سے س-گ-ث۔ نظام میں قوت کی اکائی کی تعریف حسب ذیل مساوات سے اخذ کرتے ہیں۔
قوت (ڈائینوں میں) = کمیت مادہ (گراموں میں) \times پیدا شدہ اسراع (سمرفنی ثانیہ فی ثانیہ میں)

س-گ-ث۔ نظام کی مقداروں سے بحث کرتے وقت اگر ہم اسراع بوجہ جاذبہ زمین کی تعبیر حرف ج (سمرفنی ثانیہ فی ثانیہ میں) سے کریں تو

آزادانہ گرتے ہوئے جسم پر { = کمیت مادہ (گراموں میں) \times ج قوتِ عالمہ (ڈائینوں میں) }
چونکہ گرتے ہوئے جسم پر عمل کرنے والی قوت اُس کا خود وزن ہے اس لئے

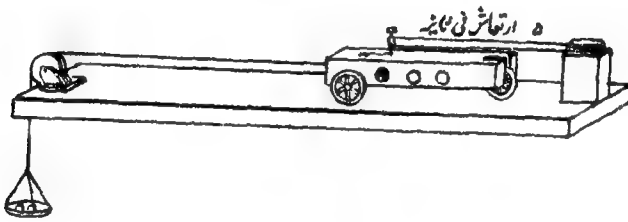
{ جسم کا وزن ڈائینوں میں = (جسم کے مادہ کی کمیت گراموں میں) \times (اسراع بوجہ جاذبہ زمین سمرفنی ثانیہ فی ثانیہ میں) }
اگر ڈائین اُس جسم کے وزن کو تعبیر کرے جس کے مادے کی کمیت ک گرام ہو تو
 $9 = ک ج$

(ج = 980.665 سمرفنی ثانیہ فی ثانیہ حیدر آباد کن میں)

ہموار قوتوں کے حاصل کرنے کا سب سے آسان طریقہ یہ ہے کہ معلوم کمیتوں کے مادے ہلکی ڈوریوں سے لٹکائے جائیں۔ اور یہ ڈوریاں چرخوں پر سے اس طرح گزاری جائیں کہ قوتوں کو جس سمت میں چاہیں عمل میں لائیں۔ اگر ٹکٹنے والے جسم کی کمیت مادہ کی پیمائش گراموں میں کی جائے اور اسراع بوجہ جاذبہ زمین ج سمرفنی ثانیہ فی ثانیہ میں تو ٹوڈی پر عمل کرنے والی قوت جو مقدار متذکرہ بالا کے حاصل ضرب کے برابر ہے ڈائینوں میں حاصل ہوگی۔

۳۔ دوسرے کلیئہ حرکت کے تشریحی تجربے فلیچر کا ٹرالی دار آلہ

اس آلے میں (مکمل شکل) بہت ہی سہلکے پہیوں پر ایک ٹرالی اس طرح چڑھی ہوتی ہے کہ وہ ایک افقی میز پر قریب قریب بے رگڑ حرکت کر سکے۔ اس ٹرالی سے ایک ایسی ڈوری بندھی ہوئی ہوتی ہے جو میز کے کنارے پر چڑھی ہوئی چرنچی پر سے گذرتی ہے اور اس ڈوری کے آزاد



شکل سء - فلیچر کا ٹرالی دار آلہ

سرے سے ایک چھوٹی کیت کا مادہ لٹکایا جاتا ہے۔ ڈوری سے مختلف کیتوں کے مادے لٹکا کر ٹرالی پر متفرق قوتیں لگائی جاسکتی ہیں۔ اور ان قوتوں کے زیر عمل جو ٹرالی میں حرکت پیدا ہوگی اس کے متعلق معلومات حاصل ہو سکتی ہیں۔ ٹرالی کے بازو کے سوراخوں میں معلوم کیتوں کے مادے رکھ رکھ کر میز پر حرکت کرنے والے مادے کی بھی کیت بدلی جاسکتی ہے۔ سٹے کیا ہوا فاصلہ اور مدت حرکت کے خود بخود قلم بند ہو جانے کا طریقہ جو اختیار کیا جاتا ہے وہ دلچسپی سے خالی نہیں۔ اس غرض کے لئے

ایک بڑی کمائی ایک مضبوط شکنجے میں جکڑی جاتی ہے۔ اور اس کمائی کے آزاد سرے پر ایک ہلکا برش لگا دیا جاتا ہے۔ ٹرالی کے اوپر کاغذ کا ایک ٹکڑا اس طرح چسپاں کر دیا جاتا ہے کہ اُس کو برش ہلکے ہلکے چھوتا رہے۔ جب ٹرالی کو حرکت دی جاتی ہے تو اُس کے ساتھ ساتھ کمائی بھی ارتعاش شروع کر دیتی ہے اور اس طریقہ سے کاغذ پر مرتعش برش کی وجہ سے موجی نشانات پڑ جاتے ہیں۔ بشرطیکہ برش میں پہلے سے سیاہی لگی ہو۔

چونکہ کمائی کی مدت دوران (یعنی ایک مکمل ارتعاش کا وقت) مستقل ہے اس لئے کاغذ کے اوپر کے موجی نشانات کے کسی دو متین نقطوں کے درمیان مکمل ارتعاشوں کی تعداد سے اُس وقت کی قیمت مل جائیگی جو مذکورہ بالا دو نقطوں کے درمیان فاصلہ طے کرنے کے لئے درکار ہے۔ مختلف تعدادوں کے مکمل ارتعاشوں کے وقت کے اندر ابتدائے حرکت سے طے شدہ فاصلوں کو مد نظر رکھ کر موجی نشان سے یہ دریافت کرنا ممکن ہے کہ آیا رشتہ $\frac{v}{f}$ مستقل ہے یا نہیں۔

اس تجربے میں جو مادہ حرکت کرتا ہے وہ مندرجہ ذیل مادوں کا مجموعہ ہے:

(۱) ٹرالی کا کمیت مادہ۔

(۲) ڈوری کا کمیت مادہ۔

(۳) ٹکڑے والا کمیت مادہ

(۴) ایک وہ خفیف مادہ جو چرخ کی حرکت کی وجہ سے متحرک تصور کیا

جاسکتا ہے۔

(۵) ایک اور دوسرا خفیف مادہ جہیوں کی حرکت کی وجہ سے متحرک

تصور کیا جاسکتا ہے چونکہ ٹرالی میں بالعموم کافی کمیت مادہ رہتا ہے اس لئے ٹرالی کی ذاتی کمیت کے مقابلے میں بقیہ کمیتیں نظر انداز کی جاسکتی ہیں۔

یہ ظاہر ہے کہ عمل کرنے والی قوت لٹکنے والے مادے کے وزن اور چرخنی پر سے نیچے لٹکنے والی ڈوری کے وزن کے مجموعے کے برابر ہے۔ اگر یہ مقصود ہو کہ ڈوری کی وجہ سے جو غلطی داخل ہو سکتی ہے وہ دور ہو جائے تو نہایت ہی باریک ڈوری (مثلاً مچھلی پکڑنے کی ڈوری) استعمال کرنی چاہیے۔ تاکہ ڈوری کا وزن لٹکنے والے مادے کے وزن کے مقابلے میں نظر انداز کیا جاسکے۔ اگر ڈوری کی وجہ سے غلطی کے دور کرنے کی ضرورت لاحق ہو تو لٹکنے والے مادے کے وزن میں چرخنی سے باہر لٹکنے والی ڈوری کے ۱/۱۰ وسط طول کا وزن داخل کر دینا چاہئے۔

پیدا شدہ اسراع۔ تجربے سے خارج قیمت $\frac{1}{2}$ فٹ کی قیمت مستقل بیٹھی۔ اس لئے کڑائی، ایک مستقل اسراع $\frac{1}{2}$ فٹ کے ساتھ حرکت کر رہی ہے۔

اگر محض ۱ اضافی قیمتیں مقصود ہوں تو کمائی کے ایک مکمل ارتعاش کے وقت کو اکائی ان کر وقت کی پیمائش کی جاسکتی ہے۔ مگر مطلق قیمتوں کے حامل کرنے کے لئے یعنی اسراع کی قیمت سمرنی ثانیہ فی ثانیہ میں دریافت کرنے میں یہ ضروری ہے کہ کمائی کا وقت دوران ثانیہ میں معلوم کیا جائے۔

بالعموم کمائی پر اس کا وقت دوران لکھا رہتا ہے جس کو آلہ ساز نے خود دریافت کیا ہے۔ اور اس معلوم وقت دوران سے تجربے میں کام لیا جاسکتا ہے۔ وقت دوران کے براہ راست دریافت کرنے کے لئے یہ ضروری ہے کہ کمائی ارتعاش کی کافی تعداد پیدا کرے۔ مگر یہ صورت بہت ہی شاذ و نادر نصیب ہوتی ہے۔ اس لئے آلہ ساز کی دریافت کی ہوئی قیمت اختیار کرنے کے سوا کوئی دوسرا چارہ نہیں۔ لہذا جب مطلق قیمتوں کی ضرورت پڑتی ہے تو وقت کے دریافت کرنے کا یہ طریقہ اہم نقص سے

خالی نہیں۔

فلپچر کے ٹرالی دار آلے کے تجربے

تجربہ ۷۷۔ اسراع، قوت کے مناسب ہے۔ ٹرالی پر

کاغذ چسپاں کرو۔ اور ڈوری سے ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰ گرام، وغیرہ، وغیرہ،

لٹکا کر ٹرالی میں حرکت پیدا کرو۔ اور ہر قوت کے زیرِ عمل ٹرالی کی حرکت کا

نشان حاصل کرو۔ ہر صورت میں حرکت کو ایک ہی نقطے سے شروع

کر کے کل نشانات کا ایک ہی کاغذ پر حاصل کرنا نہایت دیکھ بھل ہے۔

ہر تجربے میں متحرک مادہ تقریباً ایک ہی رہتا ہے

بشرطیکہ لگنے والے چھوٹے مادے نظر انداز کر دیے جائیں۔

عمل کرنے والی قوتیں مختلف صورتوں میں لگنے والی

کمیتوں کے مناسب ہیں۔ دکھاؤ کہ (۱) مساوی وقتوں میں طے کئے ہوئے

فاصلے لگنے والے مادوں کے مناسب ہیں۔

(ب)۔ ہر تجربے میں $\frac{1}{2}at^2$ مستقل ہے۔

(ج)۔ اور ان مستقلوں کی قیمتیں مختلف تجربوں میں نکلتے ہوئے

مادوں کے مناسب ہیں۔

تصحیح بوجہ رگڑ۔ اگر صحت مقصود ہو تو رگڑ والی قوتوں کو

دور کرنا یا ان کے اثر کو زائل کرنا ضروری ہے۔ اس غرض کے لئے ایک

چھوٹی کمیت کا مادہ ڈوری سے اس طرح لٹکایا جاتا ہے اور اس کی قیمت

اس طرح درست کی جاتی ہے کہ ایک دفعہ حرکت پیدا کرنے کے بعد ٹرالی

اپنی حرکت عین جاری رکھے۔ جب یہ صورت پیدا ہو تو نکلتے ہوئے چھوٹے

مادے کا وزن، ٹرالی کے اوپر کے کسی قسم کے بوجھ کے

تحت میں، آلے کی رگڑ کے مقابلے کے لئے کافی ہے۔ تاہم بے

تیار کا ایک ٹکڑا اس امر کے لئے استعمال کیا جاسکتا ہے۔ اور یہ ”گرگڑی راکب“ کی ایک مناسب شکل ہے۔ تار کو ڈوری پر پلٹینا چاہئے۔ اور ضرورت کے مطابق اس تار کا مناسب طول ہارکٹ کے ذریعہ سے آسانی کاٹا جاسکتا ہے۔

تجربہ ۵۵۔ کسی دی ہوئی قوت کے تحت میں

اسراع، متحرک مادے کے ساتھ تناسب معلوم رکھتا ہے۔

ہر دفعہ ایک ہی ٹکڑے والے مادے کو استعمال کر کے ٹرائی پر مختلف

بوجھ رکھ کر ہر بوجھ کے لئے جدا جدا نشان حاصل کرو۔ اور اس مستقل

قوت کے زیرِ عمل ہر متحرک مادے کے لئے اسراع دریافت کرو۔ اور

دکھاؤ کہ

متحرک مادہ = اسراع

مستقل ہے۔ یعنی قوت کے زیرِ عمل اسراع، متحرک مادے کے ساتھ

تناسب معلوم رکھتا ہے۔

اس تجربے میں چرخی اور پیوں کے مادوں کی مثال خفیف

کمیتیں اگر معلوم ہوں تو وہ متحرک مادے میں شریک کر لی جائیں۔

گرچہ بالعموم وہ نظر انداز کی جاسکتی ہیں۔

فرض کرو کہ ک = ٹرائی اور اس پر رکھے ہوئے بوجھ کی مجموعی کمیت۔

ک = ٹکڑے والے مادے کی کمیت جس میں چرخی سے

نیچے ٹکڑے والی ڈوری کی کمیت بھی شامل ہے۔

لا = چرخی کے مادے کی مثال کمیت

اور ما = پیوں کے مادوں کی مثال کمیت۔

اس لئے متحرک مجموعی کمیت = ک + ک + لا + ما

نوٹ۔ اگر اسراع (سپد) کی قیمت سرخ نشانہ فی ثانیہ میں محسوس کی گئی ہو تو شاہد

متذکرہ بالا کے ذریعے سے اسراع بوجھ جاذبہ زمین کا دریافت کرنا ممکن ہے۔ لہذا

ہر تجربے میں

$$ک ج = (ک + ک + لا + ما) \times \left(\frac{سپد}{۲۰} \right)$$

کیونکہ عمل کو نیوالی قوت کھنکھنے والی کیت کا وزن ہے۔ پس مساوات مندرجہ بالا سے ج کی قیمت معلوم ہو سکتی ہے۔

بہر حال اسراع بوجہ جاڈیئر زمین کے دریافت کرنے کا یہ طریقہ اچھا نہیں کیونکہ مقداریں لا اور ماصحت کے ساتھ معلوم نہیں ہیں۔ در وقت و کی چلائش میں بھی چند دقیقہ پیش آتی ہیں جن کا ذکر اوپر یا جا چکا ہے۔

اس آلہ کے استعمال کرنے کا ایک اور طریقہ یہ ہے کہ ٹرالی ایک ایسی سطح پر رکھی جائے جو آفاق سے زاویہ طہ بنائے۔ اس صورت میں سطح کے متوازی حرکت پیدا کرنے والی قوت k ج۔ (ک + م) ج جب طہ کے برابر ہے۔

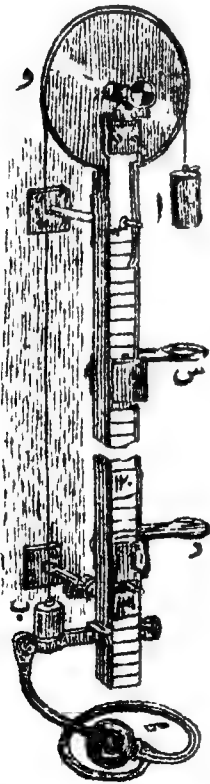
ایٹ وڈو کا آلہ

یہ آلہ فلیچہ کے ٹرالی دار آلے سے زیادہ مشہور ہے اور ریجنی نقطہ نظر سے بہت دلچسپ ہے۔ ایٹ وڈو نامی ایک مشہور لکڑی ریاضی دان (۱۸۸۱ء - ۱۹۵۸ء) نے کلیات حرکت کی تشریح کی غرض سے اور اسراع بوجہ جاڈیئر زمین کے دریافت کے لئے اس آلے کو وضع کیا تھا۔ اس آلے میں ایک چھوٹے راکب کا وزن، اپنے سے ہیں بڑے دوا لیے متوازن مادوں کو متحرک کرنے پر مجبور کیا جاتا ہے جو چرخہ پر سے گزرتی ہوئی ڈوری کے دونوں سروں سے بندھے رہتے ہیں۔ چونکہ مجموعی متحرک مادے بڑے ہوتے ہیں اس لئے یہ چھوٹا راکب ان متحرک مادوں میں صرف خفیف سا اسراع پیدا کرتا ہے۔ تاہم یہاں اسراع کی چلائش کہیں زیادہ صحت کے ساتھ ہو سکتی ہے

غالبہ اُسِ امرِاع کی پیمائش کے جو راکب خود آزادانہ گرنے میں پیدا
 رہتا ہے۔ ایٹ وڈ کا آلہ بتونی وضع کا — مادے کی دو مساوی
 کیتیں ۱ اور ۲ ایک ڈوری سے لٹکائی جاتی ہیں۔ یہ ڈوری ایک
 ہی چرخہ پر سے گزرتی ہے جو ۲ سے ۲۵۵ میٹر تک کے طول
 کے ستون کے سرے پر نازک سہارے پر چڑھی ہوتی ہے۔ ۱ اور ۲
 لے نیچے لٹکانے والی ڈوری جیسی ایک اور ڈوری لٹکائی جاسکتی ہے۔
 ڈوری متلافی ڈوری کا کام کرتی ہے۔ اس کی وجہ سے مشین کے
 دونوں طرف کی ڈوری کے حصوں کی کیتیں بالکل متوازن رہتی ہیں
 واہ کیتیں ۱ اور ۲ کے محل کہیں بھی ہوں۔ مگر ایسی ڈوری کا استعمال
 قیات میں وقت سے خالی نہیں۔ اور اسی وجہ سے یہ بہت شاذ و نادر
 استعمال کی جاتی ہے۔ کیت ۲ پر ایک چھوٹا راکب اس طرح سوار رہتا
 ہے کہ وہ آسانی سے ڈوری پر چڑھ اتر سکے۔ اس لئے اس آلے کے
 مارے نظام میں اسی راکب کا وزن ہے جو غیر متوازن رہتا ہے۔
 تجربہ کرتے وقت کیت ۲ ایک چٹھی سے ہلکی سی اس طرح
 بندھ دی جاتی ہے کہ کیت ۱ کے اوپر کا کنارہ پھلانے کے کسی خاص
 معلوم نشان کے محاذی رہے۔ ۲ کے اس صغریٰ مقام سے کچھ
 نیچے کسی مناسب فصل پر حلقہ میں اس طرح قائم کیا جاتا ہے کہ
 ایک کے وزن کے زیرِ عمل ۱ کوئی خاص معلوم فاصلہ طے کر سکے۔
 حلقہ میں ایسا ہوتا ہے کہ کیت ۲ بہ آسانی اُس میں سے گزر سکے۔ مگر
 ایک حلقہ پر ایک جائے تجربہ شروع کرتے وقت ایک چل مرنی
 لٹری چلا دی جاتی ہے اور اسی وقت چٹھی بھی کھول دی جاتی ہے۔ اور
 اس کی وجہ سے کیت ۲ جس کی رفتار اب صفر ہے آزادانہ حرکت

شروع کر دیگی۔ جب حلقہ میں سے ۲ پر سوار را کب کے ٹکرانے کی آواز سنی جاتی ہے تو اسی وقت چل رکنی گھڑی بند کر دی جاتی ہے۔ اور کسی معلوم فاصلہ فاصلے کے لئے جو وقت و درکار ہے وہ دریافت ہو جاتا ہے۔

تجربہ کرنے کا ایک اور طریقہ ہے جس میں وقت کی پیمائش میٹر و نوم کے ذریعے سے ہوتی ہے۔ اس طریقے میں فصل ف اس طرح درست کیا جاتا ہے کہ گرنے کا وقت میٹر و نوم کے ضربوں کی کسی خاص تعداد کے وقفوں کے ساتھ منطبق ہو جائے۔



اس مشین کی بعض شکلوں میں چمٹی کے کھولنے کے لئے ایک ہوائی (Pneumatic) انتظام رہتا ہے جیسا کہ شکل ۷ سے ظاہر ہے۔ اور بعض مشینوں میں چمٹی کے بجائے ایک چھوٹی برقی مقناطیس لگی رہتی ہے۔ سو خراذکر صورت میں کمیتیں ۲ اور ب و ہے کی ہوتی ہیں۔ اور کمیت ب مقناطیسی قوت سے تجربے کے شروع میں بندھی رہتی ہے۔ ب کے آزاد کرنے کا کوئی سا بھی طریقہ استعمال کیا جاسکتا ہے۔ بشرطیکہ ب بغیر کسی انتصابی حرکت کے آزاد ہونے لے۔ یا پہلے کے استعمال کی اور اس کی ساخت کی سادگی سے بالعموم عمل میں یقین پیدا ہوتا ہے اسی

شکل ۷۔ ایٹ مڈ کا آلہ: ستونی وضع کا۔

بناد پر کوئی سادہ انتظام قابل ترجیح ہے۔

ایٹ وڈ کے آلے کے ساتھ تجربے

تجربہ ۵۹۔ جسم ہموار قوت کے زیرِ عمل، ہموار اسراع کے ساتھ حرکت کرتا ہے۔ — کیت ۲ پر ماس کے تار کا ایک ایسا چھوٹا ٹکڑا رکھو کہ ذرا سی ابتدائی حرکت دینے پر کیتیں ۱ اور ۲ بغیر راکب کے عین حرکت شروع کریں۔ اس صورت میں تار کے اس ٹکڑے کا وزن آلے کی رگڑ پر عین غالب آجائیگا۔ یہ تار کا ٹکڑا ”رگڑی راکب“ کہلاتا ہے۔ اور تمام دوران تجربہ میں ۱ پر رکھا رہتا ہے۔

حلقہ ۳ کو مختلف مقامات پر اس طرح قائم کر دو کیتیں زیرِ تجربہ مختلف راکبوں کے لیے چل ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ اور ۲۰۰ سمر کے فاصلے طے کریں۔ مختلف وزنوں مثلاً ۲ گرام، ۴ گرام، ۶ گرام، وغیرہ کے راکبوں کے زیرِ عمل کیتوں کے مذکورہ بالا فاصلوں کے طے کرنے کے مختلف اوقات دریافت کرو۔ ہر ایک راکب ۱ اور ہر ایک فصل کے لئے وقت کے کم سے کم تین تجربے ہونے چاہئیں۔ مشاہدات کی ہر جماعت کے لئے خارج قیمت ۲ کی قیمت دریافت کرو۔ اور یہ دکھاؤ کہ کسی خاص راکب کے لئے ۲ مستقل ہے۔ یعنی مستقل قوت کے زیرِ عمل مادہ ہموار اسراع کے ساتھ حرکت کرتا ہے۔ مندرجہ ذیل کی شکل میں مشاہدات کو مرتب کرو۔

استعمال شدہ راکب کا کیت	فصل	وقت و	۲/۱	اوسط اسراع
دو گرام راکب	۵۰ ۱۰۰ ۱۵۰ ۲۰۰			ع، ۱۰۰۰۰

استعمال شدہ راکب کائیت مادہ	نصف ف	وقت و	۲ف	اوسط اسراع
۴ گرام راکب	۵۰ ۱۰۰ ۱۵۰ ۲۰۰			{ ع = ۴ }
۶ گرام راکب	۵۰ ۱۰۰ ۱۵۰ ۲۰۰			{ ع = ۴ }

جدول کے ملاحظہ سے یہ معلوم ہوگا کہ ہر راکب کے لئے چوتھے خانے کی رقمیں تقریباً مستقل ہیں۔ اور راکب کی کیت کے ساتھ ساتھ اس مستقل کی قیمت بھی بڑھتی گئی ہے۔

تجربہ ۶۱۔ اسراع، قوت عالمہ کے مناسب ہے۔
 اس دعوے کا ثبوت بغیر مزید تجربے کے مندرجہ بالا جدول کے نتیجوں سے حاصل ہو سکتا ہے۔ مجموعی متحرک کیت ہر تجربے میں قریب قریب ایک ہی ہے۔ کیتوں میں اگر کچھ فرق بھی ہے تو وہ صرف راکبوں کی ذاتی کیتوں کے فرق کی وجہ سے ہے۔ پس اگر کسی کیت میں پیدا شدہ اسراع کیت ہذا پر عمل کرنے والی قوت کے مناسب ہو تو اسراع ع، ع، ع، ع وغیرہ مستعملہ راکبوں ہی کی کیتوں کے مناسب ہو گئے۔ یعنی تجربہ ۶۱ میں ۶۱، ۶۲، ۶۳، وغیرہ کے مناسب۔

تجربہ ۶۲۔ کسی خاص قوت کے تحت میں اسراع کیت مادہ کے ساتھ تناسب معکوس رکھتا ہے۔ مختلف

کیتوں ۲ اور ب کے جڑوں کے استعمال سے یہ ثابت کرنا ممکن ہے کہ اگر کوئی معین قوت کسی کیت مادہ پر عمل کرے تو اس میں جو اسراع پیدا ہوگا وہ کیت مذکور کے ساتھ تناسب معکوس رکھیگا۔

اس امر کے ثبوت کے لئے ف اور و کی پائشوں سے کسی خاص راکب کے زیر عمل متحرک کیتوں کے مختلف جڑوں میں پیدا شدہ اسراع دریافت کیا جاتا ہے۔ ہر تجربے میں حاصل ضرب (مجموعی متحرک کیت مادہ) \times (اسراع) کو مستقل ہونا چاہیئے۔

یہاں چرخی کے 'ماثل' مادہ کی کیت کا جاننا ضروری ہے۔ کسی ایک تجربے میں مجموعی متحرک کیت مادہ = (۲ک + ک + لا) گرام نوٹ :- اس کی تسریع ذیل کے تجربے میں کی جائیگی۔

تجربہ بھو ۲۲۔ اسراع بوجہ جاؤٹر زمین۔
(۱) ڈوری اور چرخی کے ماثل مادے کی کیت معلوم کرنے کی ضرورت ہے۔

فرض کرو کہ ۲ اور ب میں سے ہر ایک کا کیت مادہ = ک گرام
راکب کا کیت مادہ = ک گرام
چرخی (اور ڈوری) کا ماثل کیت مادہ = لا گرام
اور پیدا شدہ اسراع = ع سمرنی ثانی فی ثانیہ

تو قوت عالمہ = راکب کا وزن = ک ج ڈائمن

متحرک مادے کی کیت = (۲ک + ک + لا) گرام

تو قوت = کیت مادہ \times اسراع

اس لئے ک ج = (۲ک + ک + لا) ع

اور اس مساوات سے ج کی قیمت دریافت ہو سکتی ہے۔

تجربہ ۲۳ میں ہر ایک راکب کے زیر عمل کے مشاہدات سے ج کی قیمت دریافت کرو۔

(۲) جہاں چرنی کے مائل مادے کی کثیت کے جاننے کی ضرورت نہیں۔

اگر کیتوں ۲ اور ب کے مختلف جوڑوں کے لئے ایک ہی راکب استعمال کیا جائے تو چرنی کے مائل مادے کی کثیت معلوم کئے بغیر ج کی قیمت دریافت ہو سکتی ہے۔

پس اگر ک کثیت کے جوڑے کے ساتھ پیدا شدہ اسراع ع ہو۔ اور اگر اسی راکب کے زیر عمل ک کثیت کے جوڑے کے ساتھ پیدا شدہ اسراع ع، حاصل ہو تو

$$ک ج = (۲ک + ک + لا) ع$$

$$اور ک ج = (۲ک + ک + لا) ع$$

یہاں لا غیر معلوم ہے۔

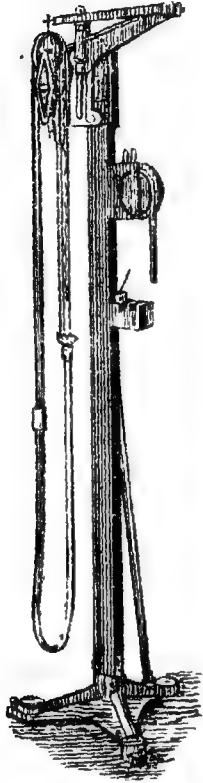
اس لئے ک ج $\left\{ \frac{۱}{ع} - \frac{۱}{ع} \right\} = ۲(ک - ک)$

تجربہ ملا میں مادوں کے مختلف جوڑوں کے استعمال سے جو اسراع ع اور ع، حاصل ہوئے ہیں ان کی قیمتوں سے ج محسوب کر دو۔

یہ آلہ ابتداء ج کی تعین کے لئے وضع کیا گیا تھا۔ اس وقت تک کیٹر کے صحیح رخصاص طریقے ایجاد نہیں ہوئے تھے۔ آج کل اس آلہ کا خاص استعمال کلیات حرکت کی تشریح ہے۔ اس کے ذریعے سے ج کی تعینیں اضافہ کم درجے کی صحت رکھتی ہیں۔ مگر یہ تعینیں تاریخی نظر سے دیکھیں

ایٹ وڈ کا آلہ فیتہ دار۔ اس آلے میں مساوی کیتیں کاغذ کے ایک فیتے سے لٹکائی جاتی ہیں۔ اور یہ فیتہ چرنی کے چبٹے گھیرے پر گزرتا ہے۔ اور ان کیتوں کے نیچے اس فیتے سے ایک

اور متلافی فیتہ لگا رہتا ہے جیسا کہ شکل ۳ سے ظاہر ہے۔ اس آلے میں ایک فولادی کمائی نصب ہوتی ہے جس کے آزاد سرے سے سیاہی لگا ہوا برش چرنخی کے اوپر کے فیتے پر نشان ڈالتا ہے۔ اور اس میں ایک



ایسا سادہ انتظام مہیا رہتا ہے کہ کمائی اور متحرک اکیٹیں بیک وقت آزاد کی جاسکیں۔ فیتے پر ایک مکمل موج کا نشان وقت کے ایک معلوم وقفے کی تعبیر کرتا ہے۔ (یہ وقفہ کمائی کا وقت دوران ہے)

اس شکل کے آلے کے ساتھ اسی قسم کے تجربے کئے جاسکتے ہیں جیسا کہ ستونی وضع کے آلے کے ساتھ۔ مگر فیتہ دار آلے میں وقت اور فاصلے فیتے کے نشان سے حاصل ہوتے ہیں۔ ہر تجربے میں موجی نشان کے ذریعے سے اسراع کی قیمت معلوم ہو سکتی ہے۔ جیسا کہ فیچر کے ٹرالی دار آلے کے بیان میں بتایا جا چکا ہے۔

شکل ۳۔ ایٹ وڈ کا آلہ: فیتہ دار

تجربے ٹیک اسی طرح

کرو جیسا ستونی وضع کے آلے کے ساتھ تم نے کئے تھے۔ مگر یہاں فصل ف کو بدلنے اور اس کے جواب میں وقت کی قیمت پر اس وقت سے افست کرنے کے بجائے کمائی اور فیتے کے ذریعے سے اسراع محسوب کرو۔

مقداروں کے مجموعے کو نشان ρ سے ظاہر کریں

تو

گردشی توانائی بالفعل = $\frac{1}{2} \rho \omega^2$

ρ سے تعبیر کیا ہوا مجموعہ جسم مذکور کی ایک خاصیت ہے۔ اور محور معینہ ۲ کے لحاظ سے وہ مجموعہ اس جسم کے لئے ایک خاص قیمت رکھتا ہے۔ اور اس مجموعے کی مقدار محور مذکور کے گرد مادے کی تقسیم پر منحصر ہے۔ اس ρ کو محور معینہ کے گرد جسم کے جوہر کا معیار اثر کہتے ہیں اور اس کی تعریف یوں ہوتی ہے کہ

$$\rho = \frac{1}{V} \left(\frac{1}{2} \rho \omega^2 \right) = \frac{1}{V} \left(\frac{1}{2} \rho \omega^2 \right) + \dots$$

یا $\rho = \frac{1}{V} \left(\frac{1}{2} \rho \omega^2 \right)$ جہاں $\frac{1}{V}$ جسم کے کل ذروں کے لئے ایک ہی قسم کی متعدد رقموں کا مجموعہ مراد ہے۔

گردشی نصف قطر — اگر کسی جسم کے مادے کی مجموعی کثیت کو ایک ہی ذرے میں منبجہ تصور کیا جائے۔ اور یہ ذرہ نقطہ ۲ کے گرد ایک ہلکے ڈنڈے کے ذریعے سے گ نصف قطر کے دائرے میں گھومنے پر مجبور کیا جائے تو ذرہ مذکور کے جوہر کا معیار اثر محور معینہ کے گرد گ گ ہوگا۔ گ جسم کا کثیت مادہ ہے۔ گ کے مناسب انتخاب سے اس ذرے کے جوہر کا معیار اثر اُتنا ہی بنایا جاسکتا ہے جتنا جسم مذکور کا۔ گ کی اس قیمت کے لحاظ سے گ گ = ρ ۔ ρ طول گ اس خاص محور کے لحاظ سے جسم کا گردشی نصف قطر کہلاتا ہے۔

اگر جسم کا کل مادہ گ نصف قطر کے چھلے کی شکل میں بھی مرتب ہو تو جوہر کے معیار اثر کی قیمت وہی رہیگی۔

متوازی محوروں کا اصول

کسی جسم کے جہود کا معیار اثر کسی محور کے گرد =
(مرکز جاذبہ میں سے گزرنے والے متوازی محور کے گرد جسم مذکور کے جہود کا معیار اثر +

(جسم مذکور کا کمیت مادہ) \times (محوروں کے درمیانی فاصلے کا مربع)۔
پس $M =$ یعنی اسے گزرنے والے محور کے گرد معیار اثر

$$= M + k^2$$

$$M = k^2$$

$$M = k^2$$

$$M = k^2 + k^2$$

$$M = k^2 + k^2$$

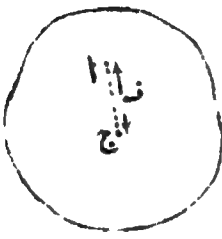
لیکن

اور

اس لئے

یا

بنابریں اگر ہمیں مرکز جاذبہ سے گزرنے والے محور کے لحاظ سے جہود کا معیار اثر یا گردشی نصف قطر معلوم ہو تو کسی اور متوازی محور کے لحاظ سے جہود کا معیار اثر دریافت ہو سکتا ہے۔



چند کارآمد صورتوں کے جہود کے معیار اثر کی فہرست ضمیمہ میں ملے گی۔ مکمل ہے۔ متوازی محور | اوچ میں سے

خطی حرکت و زاویائی حرکت

خطی حرکت کے متعلق مقادیر اور زاویائی حرکت کے متعلق مقادیر کے مابین ذیل کی جدول میں جو مشابہت

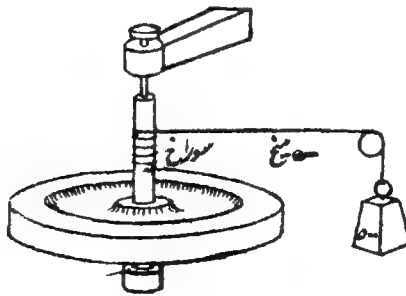
واقع ہے وہ قابل غور ہے۔			
خطی حرکت		زاویائی حرکت	
مقادیر	علامات	مقادیر	علامات
نقل مکان یا فصل	ف	زاویہ	ط
رفتار	$r = \frac{فرق}{فرد}$	زاویائی رفتار	$ق = \frac{فرق}{فرد}$
اسراع	$a = \frac{فرق}{فرد} = \frac{فرق}{فرد}$	زاویائی اسراع	$\alpha = \frac{فرق}{فرد} = \frac{فرق}{فرد}$
کیئت مادہ	ک	جمود کا میثار اثر	م
قوت	ق = ک ع	جُفت	ج = م ع
حرکت کا میثار اثر	ک ر	زاویائی حرکت کا میثار اثر	م ق
انتقالی توانائی بالفعل	ک ر	محوری توانائی بالفعل	ک ر
کام	قوت \times طے شدہ فاصلہ	جُفت \times گردشی زاویہ	ت = ج ط
<p>یہ جدول زاویائی حرکت پر بحث کرنے میں بہت کارآمد ہے کیونکہ خطی حرکت کی حالت میں چند خاص مقداروں کے باہمی تعلق بتانے کے لئے اگر کوئی عام جملہ حاصل ہو جائے تو زاویائی حرکت کے لئے بھی منشا بہ مقداروں کے باہمی تعلق بتانے والا ٹھیک ویسا ہی جملہ فوراً لکھا جاسکتا ہے۔ اس امر کی مثالوں کے لئے فصل نہم میں سادہ موسیقی حرکت کا بیان دیکھو۔</p>			

۵۔ جود کے معیار اثر کی پیمائش

چونکہ جود کے معیار اثر کا تحیل گردش کرنے والے جسم کی توانائی بالفعل کی بحث سے حاصل ہوا ہے اس لئے ہم عموماً اسی توانائی بالفعل کی پیمائش سے جود کا معیار اثر دریافت کرتے ہیں۔ کسی جسم میں توانائی کی ایک خاص یا قابل پیمائش مقدار داخل کرنے پر اُس میں جو ز ایسی رفتار پیدا ہوتی ہے اُس کی پیمائش سے جسم مذکور کے جود کے معیار اثر کی عملی تعیین کی جاتی ہے۔

اڑ پھینے کے جود کا معیار اثر

اگر جسم لمبی دھری کے پیپے کی شکل کا ہو تو گردش محور کے گرد اُس جسم کے جود کے معیار اثر دریافت کرنے کا حسب ذیل ایک نہایت مناسب طریقہ ہے۔ اس طریقے میں دھری کے کسی ایک نقطے پر یا خود پیپے کے وسطانی گھیرے پر ایک چھوٹے سوراخ یا ایک چھوٹی میخ کی ضرورت پڑتی ہے۔ پیتل کی ایک ایسی کیل بنائی جاتی ہے کہ وہ سوراخ میں ٹھیک



شکل ۷۔ اڑ پھینے انتظامی محور کے ساتھ

بھیٹ جائے۔ اور یہ کیل ایک خاصی لمبی ڈوری سے مضبوط باندھ دی جاتی ہے۔ اگر سوراخ کے بجائے میخ لگی ہو تو ڈوری کے ایک سرے میں سادہ حلقہ بنا کر اس حلقے کو میخ پر چڑھا دیتے ہیں۔ مندرجہ بالا طریقوں میں سے کسی ایک طریقے سے ڈوری کو دھری یا پیپتے میں لگانے کے بعد پہلی اس طرح گھمایا جاتا ہے کہ ڈوری چند بار پیپتے کے کنارے پر یا دھری پر لپٹ جائے۔ اگر پیپتے کا محور انتصابی ہو تو ڈوری کو ایک چرخ پر سے گزارتے ہیں اور اگر محور افقی ہو تو ڈوری کو براہ راست لٹکے دیتے ہیں۔ اس ڈوری کے آزاد سرے سے مناسب کمیت کا ایک مادہ لٹکایا جاتا ہے۔

اب اگر یہ کمیت گرنے دی جائے تو وہ اپنی توانائی بالقوہ کا کچھ حصہ کھو دیگی۔ کھوئی ہوئی توانائی بالقوہ گرنے والی کمیت کی حرکت کی وجہ سے کچھ تو انتقالی توانائی بالفعل میں اور کچھ اڑ پیپتے کی محوری توانائی بالفعل میں منتقل ہو جائیگی۔ رگڑ کی وجہ سے جو توانائی کا نقصان ہوتا ہے اس کو اگر سر دست نظر انداز کر دیں تو باقی بچے توانائی کے اصول سے ہم یہ کہہ سکتے ہیں کہ

(گرنے والی کمیت مادہ کی کھوئی ہوئی توانائی بالقوہ) = کمیت ہذا کی حاصل شدہ توانائی بالفعل

+(پیپتے کی حاصل شدہ توانائی بالفعل)

اب اگر اٹکے ہوئے مادے کی کمیت کم گرام ہو اور یہ پیپتے سے ڈوری کے جدا ہونے سے پہلے اس کمیت کا طے شدہ انتصابی فاصلہ طے ہو تو اس سے کھوئی ہوئی توانائی بالقوہ ک ج ف اڑ ہوگی۔ فرض کر دو کہ دھری سے ڈوری کے سرے کے عین علیحدہ ہونے کے وقت گرنے والے مادے میں رگڑ کی ثانیہ کی خطی رفتار اور پیپتے میں قدیم نظریات فی ثانیہ کی زاویائی رفتار پیدا ہو گئی ہے۔ تو اس وقت گرنے والے مادے کی انتقالی توانائی بالفعل $\frac{1}{2} m v^2$ اور پیپتے کی محوری توانائی بالفعل $\frac{1}{2} I \omega^2$ ہوگی۔

لہذا سرگٹھ کو نظر انداز کر کے ہوتے ہوئے ہم کہہ سکتے

ہیں کہ

$$ک ج ف = \frac{1}{2} ک + \frac{1}{2} د$$

اس مساوات میں ک اور ج دونوں معلوم ہیں۔

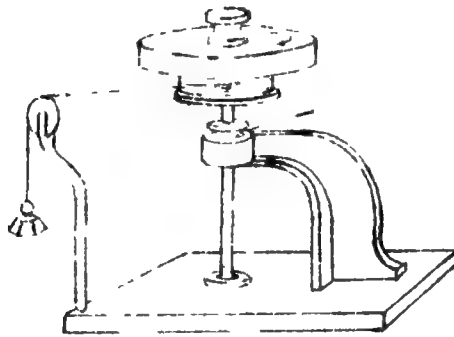
ف کی یقین :- ف کی صحیح قیمت دریافت کرنے کا سب

سے آسان اور مناسب طریقہ یہ ہے کہ دوسری کا طول اتنا

سراکھا جائے کہ جب گرنے والے مادے کی پچھلی

سطح ٹھیک سر زمین پر پہنچے تو دوسری کا سراپہ

سے جدا ہو جائے۔ اگر ابتدائے حرکت کے وقت مادے کی



شکل نمبر ۱۔ اڑ پتے انتسابی محور کے ساتھ

پچھلی سطح کی بلندی اس طرح درست کی جائے کہ وہ میز کی اوپری سطح کی

بلندی کے برابر ہو تو فاصلہ ف جس تک مادہ مذکور پہنچے سے ملحق رہ کر

غریب کا زمین کے فرش سے میز کی اوپری سطح کی بلندی کے برابر ہو گا۔

ر اور قد کی یقین ————— پر اور قد کے دریافت کرنے

کے دو طریقے ہیں۔ جن کی تشریح نیچے کی جائیگی۔ ان میں سے دوسرا

طریقہ قابل ترجیح ہے کیونکہ اس طریقے میں مقابلہ نہ صرف زیادہ صحت

حاصل ہوتی ہے بلکہ اس میں جو رگڑ کی وجہ سے نقصان ہوتا ہے

اُس کی تصحیح کے ذرائع بھی مل جاتے ہیں۔ (رگڑ کی تصحیح کا طریقہ آگے بیان کیا جائیگا)۔

طریقہ (۱) اگر نے والی کسیت کو زمین تک پہنچنے میں جو وقفہ لگتا ہے اُس کی پیمائش چل رکنی گھڑی کے ذریعے کی جاتی ہے۔ فرض کرو کہ یہ وقفہ t_1 ثانیہ ہے۔

اس وقفے کے اندر کسیت ہذا ہموارانہ بڑھتی رفتار سے فاصلہ f سمر تک نیچے اترتی ہے۔ چونکہ ابتداء میں رفتار صفر ہے اس لئے آخری رفتار یعنی وہ رفتار جو گرتی کسیت زمین پر پہنچتے وقت رکھتی ہے، اوسط رفتار سے دو چند ہوگی۔

$$\text{اوسط رفتار } \bar{v} = \frac{v}{2}$$

$$\text{اس لئے آخری رفتار } v = 2\bar{v}$$

$$= \frac{v}{2}$$

وقفہ t بالعموم بہت چھوٹا ہوتا ہے۔ اس لئے اُس کی پیمائش کچھ زیادہ صحت کے ساتھ نہیں ہو سکتی۔

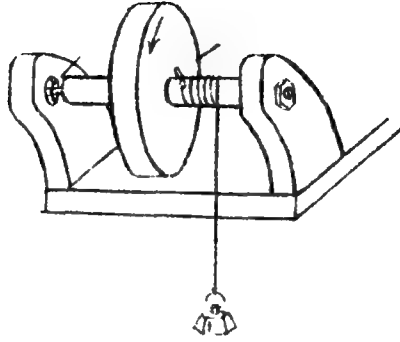
ہمیں معلوم ہے کہ $r = \frac{v^2}{g}$ جہاں v اُس مسطوانی گھیرے کا نصف قطر ہے جس پر ڈوری لپیٹی گئی ہے۔ اگر n لپٹا لیا جائے۔ اور r کی قیمت حسب مندرجہ بالا دریافت ہو جائے تو v کی قیمت مل جائیگی۔ کیونکہ

$$r = \frac{v^2}{g}$$

طریقہ (۲) پیتے سے ڈوری کے علیحدہ ہو جانے کے بعد پتیا بہت دیر تک گھومتا رہتا ہے۔ مگر رگڑ کی وجہ سے اُس کی زاویائی رفتار گھٹتی جاتی ہے یہاں تک کہ پتیا پھر ساکن ہو جاتا ہے۔

اگر رگڑ کا عمل مستقل ہو تو پیتے میں بالکل ہموارانہ ابھرا پیدا ہوگا۔ یعنی اُس کی رفتار ہموارانہ کم ہوتی جائیگی۔ اور اس کو ساکن ہونے سے لئے جتنا وقفہ درکار ہے اُس وقفے کے اندر اُس کی اوسط زاویائی رفتار

اُس کی ابتدائی زاویائی رفتار کے نصف کے برابر ہوگی۔



شکل ۷۔ اڑ پتیہ افقی محور کے ساتھ

اگر ڈوری کے جدا ہو جانے کے بعد پہلی تپ مکمل گردش کرے۔ اور اُس کے ساکن ہونے کے لئے $\frac{1}{2}$ وقت کی ضرورت ہو تو ساکن ہوتے وقت اُس کی اوسط زاویائی رفتار حسب ذیل رشتہ سے حاصل ہوگی۔

$$\text{اوسط زاویائی رفتار} = \frac{\frac{1}{2} \text{ نیم قطریاں فی ثانیہ}}{\text{اِس لئے ڈوری کے عین جدا ہوتے وقت}}$$

زاویائی رفتار = $\frac{1}{2}$ = $\frac{1}{2}$ نیم قطریاں فی ثانیہ
یہاں $\frac{1}{2}$ کی قیمت $\frac{1}{2}$ کے مقابلے میں کہیں زیادہ ہے۔ اِس لئے وہ کی پائش زیادہ صحت کے ساتھ ہو سکتی ہے۔ لہذا کہ اور قدر کی قیمتیں جو اس طریقے سے حاصل ہوتی ہیں۔ پہلے طریقے کی قیمتوں سے کہیں زیادہ صحیح بلینگی۔

قدر کی قیمت دریافت کر لینے کے بعد $\frac{1}{2}$ کی قیمت حسب دستور ذیل کے رشتے سے حاصل ہو جائیگی

$$\frac{1}{2} = \frac{\text{قدر}}{\text{ر کی قیمت سمرنی ثانیہ میں اور قدر کی قیمت نیم قطریاں فی ثانیہ میں}}$$

دریافت کرو۔

نتیجہ پہلے ۶۳۔ اڑ پھینکے جوہر کا معیار اثر۔
ڈوری سے مختلف کمیتوں کے مادے لٹا کر اور ان کو مختلف فاصلوں
تک گرا کر اڑ پھینکے میں گردش پیدا کرو۔ اور جن فاصلوں تک وہ گھٹیں
گھریں ان کی پیمائش کرو۔ اس طرح سے گ اور ف کی مختلف قیمتیں
بل جائیں گی۔

اس اسطوانی گھیرے کا نصف قطر ناچو جس پر ڈوری پٹی جاتی
ہے۔ اگر گھیرے کے نصف قطر کے لحاظ سے ڈوری مستقیم ہوئی کی ہو
تو ن کی قیمت محسوب کرتے وقت گھیرے کے پیچودہ نصف قطر میں
ڈوری کی نصف موٹائی (نصف قطر) شریک کر لینی چاہیئے۔
ڈوری کے جد اہو جانے کے بعد پہلے کی گردشوں کا شمار کرو۔
یہ تعداد گردش ستم کی قیمت ہوگی۔

ساکن ہونے کے لئے جو وقت و درکار ہے اس کو
دریافت کرو۔

ہر کمیت گ اور ف کے لئے مشاہدات تین تین بار
ہونے چاہئیں۔ اگر گ اور ف کی کسی خاص قیمتوں کے ماتحت ہر
مشاہدے میں ستم اور و کی قیمتیں مختلف ہوں تو ان کی اور قیمتیں
لینی چاہئیں۔

گ اور ف کی ہر قیمت کے تحت میں قدر اور ر کی اوسط
قیمتیں بھالو اور ان کو مساوات

$$ک ج ف = \frac{1}{2} ک ر + \frac{1}{2} م ر قدر$$

میں داخل کرو۔

مہ کی قیمت محسوب کرنے کے قبل ک ج ف، $\frac{1}{2} ک ر$
اور $\frac{1}{2} م ر$ میں سے ہر ایک کی قیمت علیحدہ علیحدہ
دریافت کرو۔

جمود کے معیار اثر کو گرام (سمر) ۲ میں ظاہر کرو۔

رگڑ کی تصحیح — اگر سہاروں پر کی رگڑ بہت زیادہ ہو تو حساب میں اس رگڑ کا لحاظ رکھنا ضروری ہے۔ فرض کرو کہ پیسے کی ہر مکمل گردش میں رگڑ کے خلاف ایک خاص مقدار کا کام م ہوتا ہے۔ اور فرض کرو کہ مادے کے گرنے میں پیسے نے گردش کی ایک خاص تعداد م پوری کی۔ اور اس لئے رگڑ کے خلاف م مقدار کا کام ہوا۔

بنابریں مساوات

$$ک ج ف = \frac{1}{2} ک ر + \frac{1}{2} م ر ق$$

اب حقیقتہً صحیح نہیں رہی۔ اس لئے مساوات مندرجہ بالا کی ترمیم حسب ذیل ہونی چاہیئے :-

ک ج ف = $\frac{1}{2} ک ر + \frac{1}{2} م ر ق + س م$ (۱)
کیونکہ جب گرنے والا مادہ اپنی توانائی بالعموم کھو دتا تھا اس وقت س م کا کام ہوا۔
اب پیسے سے ڈوری کے جدا ہونے پر $\frac{1}{2} م ر ق$ مقدار کی توانائی بالفعل موجود تھی۔
اور یہ توانائی رگڑ کے مقابلہ کرنے میں تبدیل ہو گئی۔ یعنی گردش کی ایک خاص تعداد س میں اس توانائی کی پوری مقدار جذب ہو گئی۔ اس لئے

$$\frac{1}{2} م ر ق = س م$$

$$یعنی م = \frac{\frac{1}{2} م ر ق}{س}$$

لہذا ہمیں ایک البارشت مل گیا ہے جس کے ذریعے سے غیر معلوم م کی قیمت معلوم مقادیر کے رقوم میں حاصل ہو جائیگی۔

$$اس لئے س م = \frac{س}{س م} \times \frac{1}{2} م ر ق$$

اب مساوات (۱) کی شکل یوں ہو سکتی ہے کہ

$$ک ج ف = \frac{1}{2} ک ر + \frac{1}{2} م ر ق + \frac{س}{س م} \times \frac{1}{2} م ر ق$$

یا ک ج ف = $\frac{1}{2} ک ر + \frac{1}{2} م ر ق (۱ + \frac{س}{س م})$ (۲)
توس کے اعداد کی رقم $\frac{س}{س م}$ سے رگڑ کی تصحیح کی تعبیر ہو جاتی ہے۔

ماڈے کے گرتے وقت پہیے کی گردشوں کی تعداد تدریجاً
کرو۔ اور مندرجہ بالا تصحیحی رقم کو مساوات (۲) میں داخل کر کے ہر کی
قیمت پھر محسوب کرو۔

سطح مائل پر گھٹکنے والے گردشی اجسام

جب کوئی جسم کسی سطح مائل کے نیچے گڑھکایا جاتا ہے تو اُس
جسم کی کھوئی ہوئی توانائی بالقوہ، اُس کی توانائی بالفعل میں منتقل ہو جاتی
ہے۔ جس وقت جسم سطح مائل کی جڑ میں پہنچتا ہے تو اُس میں دو قسم کی
حرکیں رہتی ہیں:-

(۱) انتقالی حرکت

(ب) محوری حرکت

اور اس لئے جسم کی توانائی بالفعل مندرجہ ذیل دو حصوں کا مجموعہ ہے:-

(۱) انتقالی حرکت کی توانائی بالفعل = $\frac{1}{2} M v^2$

اور (ب) محوری حرکت کی توانائی بالفعل = $\frac{1}{2} I \omega^2$

جہاں M = جسم کے مادے کی کمیت

v = خطی رفتار

ω = مرکز جاذبہ سے گزرنے والے محور کے گرد چوڑ کا معیار گردش

قدر = زاویائی رفتار۔

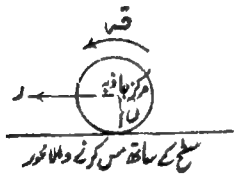
اگر سطح زیر بحث کے سرے کی بلندی جہاں سے جسم میں حرکت
شروع ہوتی ہے اُس مقام سے جہاں جسم ٹک جاتا ہے h ہو تو
جسم ہذا اپنی توانائی بالقوہ بمقدار Mgh ج ف کھودیتا ہے۔
اس لئے

$Mgh = \frac{1}{2} M v^2 + \frac{1}{2} I \omega^2$ (۳)

فی الحقیقت پیدائندہ حرکت سطح سے مٹس کرتے ہوئے محور
کے گرد گردشی حرکت ہے بشرطیکہ یہ فرض کر لیا جائے کہ پھسلنے والی

کوئی حرکت پیدا نہ ہو۔ بہر حال یہ ثابت کیا جاسکتا ہے کہ
 مذکورہ بالا گزشتی حرکت = مرکز جاذبہ کی انتقالی حرکت
 + مرکز جاذبہ سے گزرنے والے محور کے گرد زاویائی حرکت
 اس لئے دعویٰ زیر لکیر درست ہے۔

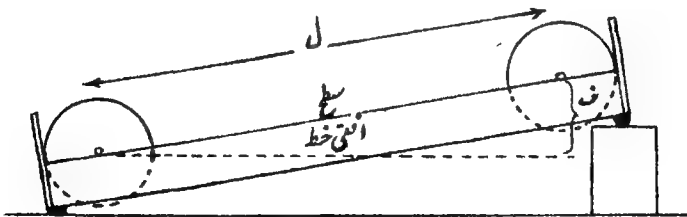
اگر محسوس کرنے والے محور سے مرکز جاذبہ کا عمودی فصل n ہو تو
 مرکز جاذبہ کی قطعی رفتار = قدر n (جیسا شکل ۱۹ سے واضح ہے)۔



فرض کر کے سطح پر فصل n طے
 کرنے میں لڑھکنے والے جسم کو وقت t درکار ہے۔
 اور چونکہ آخری رفتار v اوسط رفتار سے دو چند ہے
 اس لئے آخری رفتار $v = 2 \times$ اوسط رفتار
 اس لئے $v = 2 \times$ اوسط رفتار

ف اور k براہ راست دریافت شکل ۱۹۔ ثبوت کر رہے = $v = 2 \times$ اوسط رفتار
 ہو سکتے ہیں۔ اس لئے مساوات (۳) میں v کو $2 \times$ اوسط رفتار سے بدل دیا جائے گا۔ اور مختلف معلوم مقادیر
 کی قیمتوں کو مساوات ہذا میں داخل کر کے v کی قیمت دریافت ہو سکتی ہے۔

نچر ۱۲۰۔ سطح مائل پر حرج اور محور۔
 بھری لگا ہوا ایک بڑا فرض سطح مائل پر چڑھتے ہوئے ریلوں پر لڑھکایا
 جاتا ہے۔ اور سطح کی جڑ میں پہنچنے کے لئے فرض کو جتنا وقت درکار
 ہوتا ہے اس کا مشاہدہ کر لیا جاتا ہے۔ فرض کر کے یہ وقت t ہے۔



شکل ۱۲۰۔ سطح مائل پر حرج اور محور

سطح مائل پر دھری کا طے کیا ہوا فاصلہ بھی دریافت کر لیا جاتا ہے۔
فرض کرو کہ یہ فاصلہ l ہے۔ جس بلندی سے دھری گرتی ہے اس
کو سادہ ارتفاع پیا کے ذریعے سے پیمائش کر لیتے ہیں۔ فرض کرو
کہ یہ بلندی f ہے۔ اس لئے زائل شدہ توانائی بالقوہ = ک ج ف
قرص کو تول کر ک ج ف کی قیمت دریافت کرو۔

سطح کی جہاں پہنچتے وقت قرص کی خطی رفتار

$$v = \frac{2}{3} \sqrt{2gl}$$

کی قیمت سمر فی ثانیہ دریافت کرو۔

سطح کی جہاں انتقالی توانائی بالفعل $\frac{1}{2} k v^2$ کی قیمت محسوب کرو۔
یہاں مرکز جاذبہ سے ثابت محور کا فضل دھری کے نصف قطر
کے مساوی ہے۔

دھری کے نصف قطر r کو خوردہ پیمائش کے ذریعے سے ناپو۔
سطح کی جہاں زاویہ رفتار $\theta = \frac{v}{r} = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{2g}{l}}$
قہ کی قیمت نیم قطر r فی ثانیہ میں محسوب کرو۔
ان قیمتوں کو مساوات

$$k J f = \frac{1}{2} k v^2 + \frac{1}{2} m r^2 \theta^2$$

میں داخل کر کے m کی قیمت اخذ کرو۔

f کی مختلف قیمتیں (۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ سم وغیرہ) لئے کر تجربے کو
دہراؤ۔

اس طریقے سے جو نتیجہ نکلیگا اس کی تصدیق مبالغہ

$$m = \frac{1}{2} k v^2$$

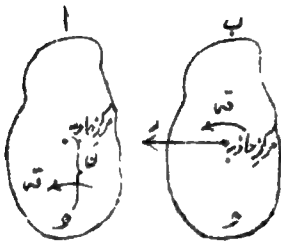
سے کرو جہاں v قرص کا نصف قطر ہے۔

اوپر بیان کیا جا چکا ہے کہ جو جسم کی حقیقی حرکت وہ گروشی حرکت ہے جو سطح مائل سے
مکس کرنے والے محور کے گرد پیدا ہوتی ہے تاہم یہ حرکت ایک ایسی مرکب حرکت تصور
کی جا سکتی ہے جو مرکز جاذبہ کی خطی حرکت اور اس سے گزرنے والے محور کے گرد جسم کی

گردشی حرکت کا مجموعہ ہے۔

اس امر کا ثبوت حسب ذیل ہے:۔ ایک ایسے جسم A پر غور کرو جس میں ثابت محور O کے گرد زاویائی رفتار ω ہے۔

اور ایک ٹھیک ویسے ہی دوسرے جسم B کو بھی تصور کرو جس کے مرکز جاذبہ کی خطی رفتار v رہے۔ اور مرکز جاذبہ سے گزرنے والے محور کے گرد جس کی زاویائی رفتار ω ہے۔



فرض کرو کہ مرکز جاذبہ سے O کا فاصلہ r ہے۔ اور یہ بھی فرض کرو کہ جسم B میں مرکز جاذبہ کی خطی رفتار v بالخط AB کے علی القوائم قدرن قیمت رکھتی ہے۔

ہر دو صورت میں مرکز جاذبہ کی حرکت پر غور کرو۔

صورت (۱)۔ O کے گرد زاویائی حرکت کی وجہ سے مرکز جاذبہ کی خطی رفتار $= \omega r$ دائیں سے بائیں طرف۔

صورت (۲)۔ جیسا O پر فرض کیا گیا ہے مرکز جاذبہ کی خطی رفتار v دائیں سے بائیں طرف۔

گردشی حرکت صفر ہے۔

اب دونوں صورتوں کے تحت میں نقطہ O کی حرکت پر غور کرو۔

صورت (۱) حرکت صفر ہے۔

صورت (۲) خطی حرکت کی وجہ سے $v = \omega r$ دائیں سے بائیں طرف۔

اور گردش حرکت کی وجہ سے $v = \omega r$ دائیں سے بائیں طرف۔

اس لئے v ساکن ہے۔

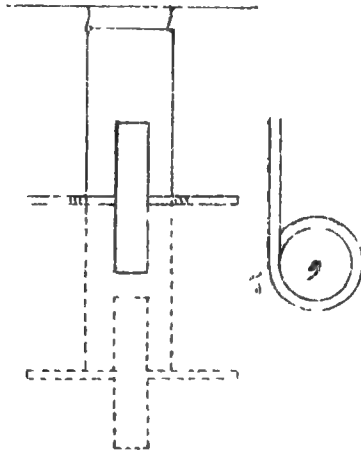
پس دونوں صورتوں میں اس استوار جسم کے کسی دو نقطوں کو ایک ہی حرکت حاصل ہے۔ اس لئے کل نقطوں کی حرکت ایک ہی ہے۔ یعنی مرکز جاذبہ سے n فاصلے پر کے محور کے گرد گردش حرکت کے تحلیلی اجزاء حسب ذیل ہیں:۔

- ۱۔ مرکز جاذبہ سے گزرنے والے متوازی محور کے گرد سادی گردش حرکت -
- ۲۔ مرکز جاذبہ کی خطی حرکت (ر = ذ. ن)

قُص کی دھری پر لپٹی ہوئی ڈوریوں سے

سہارا ہوا قُص

ایک۔ نوٹا ای نکلے پر چڑھا ہوا قُص دو ڈوریوں سے اس طرح اٹکایا جاتا ہے کہ دھری اُفتی وضع میں قائم رہے۔ قُص کو اُپر اٹانے کے لئے دھری اس طرح کھائی جاتی ہے کہ اس کے دونوں طرف ڈوریاں



شکل ۸۲۔ ڈوریوں سے سہارا ہوا قُص

سہارا نہ لپٹی جائیں۔ جیسا شکل ۸۲ سے واضح ہے۔ قُص کے چھوڑ دینے پر وہ نیچے کی طرف گرتا ہے۔ اور اس طرح گرے وقت دھری پر لپٹی ہوئی ڈوریوں کے کھلنے سے قُص میں گردش حرکت اور نیچے کی طرف انتصابی حرکت بھی پیدا ہوتی ہے۔

اگر یہ قُص فاصلہ تک نیچے اُترے۔ اور اگر اس کی

کمیتِ مادہ کہ ہو تو حسب دستور
 ک ج ف = $\frac{1}{2}k + \frac{1}{2}m$ مرقدہ
 جہاں ر خطی رفتار سے اور قُص کی زاویائی رفتار اس وقت
 ہے جب قُص ف فاصلہ طے کر چکنا ہے۔
 ہمیں یہ پہلے سے معلوم ہے کہ $r = \text{قدن جہاں ن دھری}$
 کا نصف قطر مع دوری کی نصف موٹائی ہے۔ جیسا شکل ۲۷ کے ملاحظے
 سے ظاہر ہے۔ چونکہ نقطہ و ساکن ہے اس لئے محور کے مرکز و کی
 رفتار $r = \omega r$ وہاں $\omega = \text{دھری کا نصف قطر} + \text{دوری کی نصف موٹائی}$
 ر اور قُص کی تعیین — دوری کے نیچے تک پہنچنے کے وقت قُص
 کی خطی رفتار کرنے کے دوران میں اس کی اوسط خطی رفتار کی قیمت سے دوچند ہے۔
 کیونکہ یہ قُص پہلے صفر رفتار رکھتا ہے اور ہموار اسراع کے ساتھ نیچے اُترتا ہے۔
 فرض کرو کہ قُص کا طے کیا ہوا فاصلہ = ف
 اس لئے اوسط رفتار $r = \frac{f}{t}$ جہاں و وہ وقت ہے جو قُص کو فاصلہ ف
 طے کرنے کے لئے درکار ہے

$$\text{اور آخری رفتار } r = \frac{2f}{t} = \frac{2}{t}f$$

اور $\frac{1}{2} = \frac{f}{t}$
 تجربہ ۲۷ - ڈوریوں سے لٹکائے ہوئے
 قُص کے جمود کے معیار اثر کی تعیین — تجربے کو

اس طرح مرتب کرو کہ قُص کے پست ترین مقام پر اس کی دھری منہقی
 وضع میں رہے اس کے بعد قُص کو اپنے محور کے گرد اس طرح
 گھماؤ کر ڈوریاں لٹکے پر ہموار اندلیشتی جائیں۔ اور قُص اپنے بلند ترین
 مقام تک اُٹھ جائے۔ بعد ازاں قُص کو چھوڑ دو اور ٹھیک اسی وقت
 ایک چل کر کنی گھڑی بھی چلا دو۔ قُص کو بلند ترین مقام سے پست ترین
 مقام تک گرنے میں جو وقت لگتا ہے اس کو قُص کا بلند کر لو۔ اس سہارے کو

چند بار دہرانا چاہیئے۔ اور دقت کی اوسط قیمت محسوب کرنی چاہیئے۔ جملہ
ف کی پیمائش کرو۔ اور ذیل کی مساوات سے آخری رفتار ر کی قیمت نکالو۔

$$r = \frac{2f}{3}$$

تکلی اور ڈوری کے قطر خردہ پیمائش سے ناپو۔ اور اس سے ن کی
قیمت اخذ کرو۔ یہ ن تکلی اور ڈوری کے نصف قطروں کا مجموعہ ہے۔
مساوات $r = \frac{2f}{3}$ سے دہ کی قیمت نیم قطریوں فی ثانیہ میں دریافت
کرو۔ قرض اور تکلی کا وزن براہ راست تول کر معلوم کرو۔ پس د کی
قیمت جاننے کے لئے جتنی مقداروں کی ضرورت ہے ان کی قیمتیں
معلوم ہیں۔

د کی تقریبی قیمت رشتہ

$$d = \frac{r}{k} \text{ ص}$$

سے بھی دریافت ہو سکتی ہے۔

یہ قیمت محض تقریبی ہی حاصل ہوگی۔ ضابطہ ہذا صرف اس حالت میں درست ہوگا جب
قرض کا مادہ اس کے تمام حجم پر ہموار نہ پھیلا ہوا ہو۔ اس تجربے میں یہ صورت ہرگز لایمب
نہیں ہے۔ کیونکہ دھری کو بھی ایک معتد بہ مادہ حاصل ہے اور یہ قرض پر ہموار نہ پھیلا
ہوا نہیں ہے۔



فصل نہم

دوری حرکت

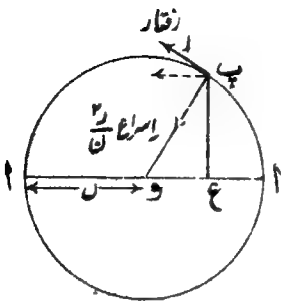
۱۔ خطی سادہ موسیقی حرکت

علم طبیعیات کی کل شاخوں میں ایسی سورتیں پیش آتی ہیں جن میں نقطے یا ذرّے کی حرکت اہتزازی یا ارتعاشی قسم کی ہوتی ہے۔ کسی نقطے کی حرکت اُس وقت دوری کہلاتی ہے جبکہ اُس میں حرکت کا ایک ہی قسم کا سلسلہ وقت کے خاص مساوی وقفوں کے بعد بار بار واقع ہوتا ہے۔ حرکت کے مکمل سلسلے کو نوراکرنے کے لئے جو وقت درکار ہوتا ہے اُس کو حرکت کا وقت دوران کہتے ہیں۔ دوری حرکت کی آسان ترین شکل وہ حرکت ہے جو سادہ موسیقی حرکت کے نام سے مشہور ہے۔ اور بغرض تخفیف یہ حرکت اکثر م، ام، ا، ح سے تعبیر کی جاتی ہے۔

خطی سادہ موسیقی حرکت کی تعریف علم ہندسہ کے نقطہ نظر سے یوں ہو سکتی ہے کہ وہ حرکت کسی دائرے کے قطر پر ایک ہموار تند ویری حرکت کا ظن ہے۔

ایک ایسے نقطے پ کو تصور کرو جو کسی دائرے پر ہموار چال سے حرکت کر رہا ہے۔ فرض کرو کہ اس دائرے کا قطر ۲۲ ہے۔

اس پر نقطہ پ سے پ ع عمود ڈالو۔



تب عمود پ ع کا پایہ یعنی نقطہ ع قطر ۱۲ پر سادہ موسیقی حرکت کرتا ہے۔ نقطہ ع کا

نقل مکان و ع ہے۔ اور یہ نقطہ ع کے اوسط مقام و سے ع کا فاصلہ ہے۔ نقطہ ع کو اوسط مقام و سے جو زیادہ سے زیادہ

نقل مکان نصیب ہو سکتا ہے اس

شکل ۳۳۔ سادہ موسیقی حرکت

کو محیطہ امتراز کہتے ہیں۔ اور یہ محیطہ امتراز دائرے کے نصف قطر ۱ و ۲ کے برابر ہے۔ حرکت کی موجودہ ہیئت سے وہ وقفہ وقت یا وقت دوران کی کسر مراد ہے جو نقطہ پ کے کسی ثابت نقطے مثلاً ۱ پر سے گزرنے کے بعد صرف ہو چکا ہے۔ اس ہیئت کو زاویہ پ و ۱ سے بھی ظاہر کر سکتے ہیں۔ حرکت کا وقت دوران وہ وقفہ وقت ہے جو نقطہ ع کو قطر ۱۲ پر آگے پیچھے جانے میں صرف ہوتا ہے۔ یہ وقت وہی وقت ہے جو نقطہ پ کو دائرہ محولہ پر پورا چکر کرنے کے لئے درکار ہے۔

فرض کر دو کہ پ کی رفتار کسی نقطے پر رہے اور فرض کرو

کہ خط و پ کی زاویہ رفتار ۹۰ درجہ نیم قطراں فی ثانیہ ہے۔ تو

$$\frac{\pi r}{2} = \frac{\pi r}{r} = \pi = 3.14$$

نقطہ و کو سمت ۱۲ پر وہ رفتار حاصل ہے جو نقطہ پ کی رفتار کے اس جزو تحلیلی کے ہمیشہ برابر رہے جو ۱۲ کے متوازی ہے۔ پس اگر پ کی رفتار میں کوئی ایسی تبدیلی پیدا ہو جس کا اثر اس کی رفتار کے ۱۲ کے متوازی جز پر پڑے تو اس تبدیلی کا اثر اس کی

رفتار پر بھی پڑیگا۔ لہذا ۱۲ پر نقطہ ع کی اسراع نقطہ پ کی اسراع کے
اُس جزو تخیلی کے برابر ہے جو ۱۲ کے متوازی ہے۔ مگر پ کی
اسراع پ و کی سمت میں $\frac{۲}{۱۲}$ ہے۔

اس لئے ع کی اسراع و کی طرف = $\frac{۲}{۱۲}$ جم پ و ع

$$= \frac{۲}{۱۲} \times \frac{۹}{۹} =$$

$$= \left(\frac{۲}{۱۲}\right) \times ع \text{ کا نقل مکان}$$

$$= ۲ \times ع \text{ کا نقل مکان}$$

پس یہ ظاہر ہے کہ خطی سادہ موسیقی حرکت میں نقطہ ایک
خط مستقیم پر ایسی اسراع سے حرکت کرتا ہے جس کی سمت ہمیشہ
خط مذکور کے ایک ثابت نقطے کی طرف رہتی ہے۔ اور اُس کی
مقدار ثابت نقطہ مذکور سے متحرک نقطے کے فصل کے متناسب
رہتی ہے۔

مذکورہ بالا بیان سے ہیں س۔ م۔ ح۔ کی ایک اور تعریف
ملتی ہے۔ اور اس کو بجائے پہلی تعریف کے استعمال کر سکتے ہیں۔
لہذا اگر ہم کو یہ معلوم ہو جائے کہ کوئی نقطہ مذکورہ بالا قسم
کی اسراع کے ساتھ حرکت کرتا ہے تو نقطہ مذکور کی حرکت سادہ موسیقی
حرکت ہے۔ اور ثابت نقطہ متحرک نقطے کا اوسط مقام ہے۔ اور اس
س۔ م۔ ح کا وقت دوران ثابت نقطے کے کسی معلوم فصل پر کی
اسراع کے حدود میں ظاہر کیا جاسکتا ہے۔ خواہ حرکت کی کوئی اور دوہرا
خاصیت دی ہوئی نہ ہو۔

مندرجہ بالا بحث میں نقطہ ع متحرک نقطے کا کام دیکھا۔ ع کی
حرکت کے جیسے امتراز کی کسی معین قیمت کے لحاظ سے ہم دائرے پر
گھومنے والے ایک نقطہ پ کو تصور کر سکتے ہیں جیسا اوپر بیان کیا

جا چکا ہے۔

اس نقطہ پ کی زاویائی رفتار کی ایک ایسی قیمت قدر ہوگی کہ
ع کی اسراع - قدر \times ع کا نقل مکان
۱۔ اس نقطے کی اسراع یوں ظاہر کی جاسکتی ہے کہ

$$\text{اسراع} = \text{م} \times \text{لا}$$

یہ ظاہر ہے کہ قدر کی وہ خاص قیمت جس سے مساوات بالا پوری
ہوتی ہے اہم ہے۔ اور اس لئے م۔ م۔ ح کا وقت دوران $= \frac{\pi^2}{\text{م}}$
علم حرکت میں یہ اکثر پایا جاتا ہے کہ متحرک ذرہ کے نام مقامات پر قوت عاملہ کی سمت
کسی ایک ثابت نقطے کی طرف رہتی ہے۔ اور اس کی مقدار ثابت نقطہ مذکور سے
متحرک ذرے کے فصل کے ساتھ متناسب رہتی ہے۔ یہ صاف ظاہر ہے کہ اگر ذرہ ثابت
نقطے پر ہو کر کسی خط مستقیم میں حرکت کرے تو اس کی حرکت سادہ موسیقی حرکت ہوگی۔
فرض کرو کہ قوت مذکورہ م۔ لا ہے۔ جہاں م۔ ایک مستقل ہے
اور لا نقل مکان مستقل بر قوت کی قیمت ہے۔ جب نقل مکان اکائی ہے
اگر ذرے کی کیسٹ مادہ ک ہو تو نیوٹن کے دوسرے کلیہ حرکت
سے اسراع ع کی قیمت حسب ذیل حاصل ہوتی ہے :-

$$\text{ک ع} = \text{م لا}$$

$$\text{یعنی ع} = \text{م لا}$$

یعنی اسراع نقل مکان کے ساتھ تناسب راست رکھتی ہے۔
اور اس لئے حرکت م۔ م۔ ح۔ ہے۔

اس مساوات سے یہ صاف ظاہر ہے کہ یہاں م۔ سابق بحث
کے م، قدر یا (پ) کا قائم مقام ہے۔

اس لئے وقت دوران کی قیمت حسب ذیل بلا توقف لکھی جاسکتی ہے۔

$$د = \frac{\pi^2}{\text{م}} ، \frac{\pi^2}{\text{ع}} \text{ یا } \frac{\pi^2}{\text{قدر}}$$

$$\text{یعنی } د = \frac{\pi^2}{\text{م}} \text{ یا } \frac{\pi^2}{\text{ع}}$$

مسادات ہذا پر غور کرنے سے یہ معلوم ہو گا کہ وقت دوران و حیطۂ اهتزاز کے غیر تابع ہے۔
وقت دوران کی اس مسادات کا استعمال نہایت وسیع ہے۔
اگر ہم کو کسی جسم کی کمیت مادہ معلوم ہو۔ اور اوسط مقام سے اس کے نقل مکان کے حدود میں اس پر عمل کرنے والی قوت بھی معلوم ہو۔
تو رشتہ متذکرہ بالا سے وقت دوران بلا توقف دریافت ہو سکتا ہے۔
م۔ اکثر قوت فی اکائی نقل مکان کہلاتا ہے مینی وہ قوت کی وہ قیمت ہے جو جسم پر عمل کر کے اس کو اپنے اوسط مقام سے ایک سمر ہٹا دے۔

۲۔ زاویائی سادہ موسیقی حرکت

خطی حرکت اور زاویائی حرکت کے متعلق چند مقداروں کے درمیان جو مشابہت واقع ہے اس کا ذکر پہلے کیا جا چکا ہے (صفحہ ۲۲۶ کی جدول ملاحظہ ہو)۔

خطی اور زاویائی س۔ م۔ ح کی بحث میں متذکرہ بالا مشابہت کی مدد لی جا سکتی ہے۔ پس ہم مندرجہ ذیل دعویٰ بلا توقف اخذ کر سکتے ہیں :-

جب کوئی جسم کسی جفت کے زیر عمل کسی محور کے گرد گھومے اور یہ جفت کسی خاص مقام کے لحاظ سے زاویائی نقل مکان کے مناسب ہو تو جسم مذکور سادہ موسیقی حرکت کرے گا۔

بنا بریں اگر جسم پر عمل کرنے والے جفت اور زاویائی نقل مکان کا باہمی تعلق مساوات ج = سی ط سے ظاہر کیا جائے۔
تو زاویائی سادہ موسیقی حرکت کا وقت دوران

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{C}}$$

جہاں $0 =$ جسم کے جہود کا معیار اثر محور کے گرد
سہری اکثر اوقات جفت فی اکائی مروڑ کہلاتا ہے۔ یعنی
ی جفت کی وہ قیمت ہے جو جسم پر عمل کرے گی اگر جسم مذکور اپنے اوسط مقام
سے ایک نیم قطری ہٹا دیا جائے۔

۳۔ دوری حرکت کی مثالیں

دوری حرکت کے وہ اقسام جن سے تجربے میں بالعموم واسطہ
پڑتا ہے شاذ و نادر حقیقی سادہ موسیقی حرکتیں ہیں۔ بہر حال بہت سی
صورتوں میں وہ اقسام سادہ موسیقی حرکتیں تصور کئے جاسکتے ہیں بشرطیکہ
حرکتیں جو پیدا کی جائیں کسی خاص چھوٹے حدود سے بڑھنے نہ پائیں۔
دوری حرکت کی اہم ترین صورتوں میں سے ایک صورت رتاقص کی حرکت
ہے۔ رتاقص نہ صرف وقت معلوم کرنے کے لئے عام طور پر استعمال کیا جاتا
ہے بلکہ مختلف قسم کی رتاقصوں کے وقت دوران کی تعینوں سے علم طبیعیات
کے اہم ترین نتیجے حاصل ہو سکتے ہیں۔

سادہ رتاقص کا وقت دوران

سادہ رتاقص مادے کا ایک وزنی ذرہ ہوتا ہے جو بالکل ہتوار
نقطہء تعلق سے ایک بے وزن پیکدار اور ناقابل وسعت تانگے کے
ذریعے سے لٹکاتا ہو۔ شکل ۱۷ پر غور کرو۔ جب گولہ اپنے اوسط مقام ۱
سے ایک طرف ہٹا دیا جائے تو وہ "گولہ" قوائے عالمہ کے زیر عمل
قوس پر ہوتا ہوا نقطہ ۲ کی طرف واپس آجائے گا۔ وہ اکیلی قوت جو قوس کی
سمت میں عمل کرنے والا جزو رکھتی ہے وہ گولے کا وزن ہے۔ اور یہ جزو
جو جسم کو نقطہ ۲ کی طرف حرکت دینے کا متقاضی ہے ک ج جب ط
کے مساوی ہے لہذا گولے پر ماسی قوت
ق = ک ج جب ط

اگر نرا ویڈیو نقل مکان بہت ہی چھوٹا ہو تو
مذکورہ بالا رشتہ یوں لکھا جاسکتا ہے۔

$$ق = ک ج ط$$

فرض کرو کہ گولے کا
نقل مکان قوس کے اوپر لا ہے تو

$$ط = \frac{لا}{ل}$$

جہاں ل = گولے کے مرکز
بازہ کا فاصلہ نقطہ تعلیق سے

$$اور ق = ک ج لا$$

اور یہ مساوات ق = مہ لا کی
شکل کی ہے۔ پس گولے کی حرکت

سادہ موسیقی حرکت ہے بشرطیکہ
نقل مکان لا بڑا نہ ہو۔

$$اس کا وقت دوران د = ۲\pi \left[\frac{ک}{مہ} - جہاں مہ = \frac{ک ج}{ل} \right]$$

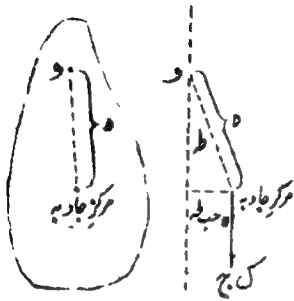
$$اس لئے د = ۲\pi \left[\frac{ل}{ج} \right]$$

مرکب رتاقص کا وقت دوران

اگر کسی جسم کے اوڑے کی کیت اُس کے تمام حجم پر یکساں پھیلی
ہوئی ہو تو جسم مذکور میں کسی محور کے گرد ارتعاش پیدا کر کے اُس کو بطور
رتاقص استعمال کر سکتے ہیں۔

فرض کرو کہ ایک جسم محور و سے لٹکا ہے (شکل ۷۵)۔

اگر وہ اپنے اوسط مقام سے ایک طرف ہٹا دیا جائے تو اس کا وزن مرکز جاذبہ ہو کر نیچے کی طرف عمل کرتا ہوا جسم میں واپسی معیار اثر پیدا کر گیا۔ محور $و$ کے گرد اس واپسی معیار اثر کی قیمت $ک ج ہ$ جب ط ہے۔ یہاں ط وہ زاویہ ہے جس تک جسم اپنے ابتدائی مقام سے ہٹایا گیا ہے۔ اگر ط بہت ہی چھوٹا ہو تو ہم جب ط $ک$ بجائے صرف ط



لکھ سکتے ہیں اس صورت میں شکل ۵۵۔ مرکب رتقاص

واپسی معیار اثر جفت = $ک ج ہ ط$

اور یہ مساوات جفت = $ی ط$ کی شکل کی ہے۔ جہاں $ی = ک ج ہ$ لہذا جسم نقطہ $و$ سے گزرنے والے محور کے گرد راویٹی سادہ موسیقی حرکت کرتا ہے۔ اور اس کا وقت دوران

$$۲\pi = \frac{۲\pi}{ک ج ہ}$$

یہاں $و$ سے گزرنے والے محور کے گرد جسم کے جہود کا معیار اثر ہے۔ اور $و$ کو یوں لکھ سکتے ہیں کہ

$$و = ک (گ + ہ)$$

جہاں $گ$ مرکز جاذبہ کے گرد جسم کا گردش نصف قطر ہے۔

$$۲\pi = \frac{۲\pi (گ + ہ)}{ک ج ہ}$$

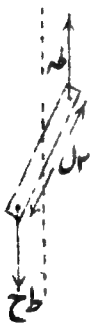
$$۲\pi = \frac{۲\pi (گ + ہ)}{ک ج ہ} \quad \text{یعنی}$$

مَرْتَعَشِ مَقْنَطِیْسِ کا وقتِ دوران

جب ط قطبی طاقت کا مقناطیس ح حدت کے میدان میں لٹکایا جائے تو اُس کے ہر قطب پر قوت ط ح عمل کرتی ہے۔

جب یہ مقناطیس اپنے اوسط مقام سے زاویہ ط تک ہٹایا جاتا ہے تو قطبوں پر عمل کرنے والی قوتیں مقناطیس

پر جُفَّت پیدا کرتی ہیں۔ جس کی قیمت



ط ح \times ط جب ط ہے۔

یہاں ط مقناطیس کا طول ہے۔

ط مقناطیس کا مقناطیس معیار اثر

کہلاتا ہے۔ اور اس کو حرف ط سے تعبیر

کرتے ہیں۔ لہذا

جُفَّت = ط ح جب ط

اگر ارتعاشیں چھوٹی ہوں تو

جُفَّت = ط ح ط

اور ہم بلا توقف وقتِ دوران کی قیمت حسبِ ذیل معلوم کر سکتے ہیں :-

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{P \sin \theta}}$$

یہاں م = مقناطیس کے جمود کا معیار اثر اپنے محورِ ارتعاش کے گرد۔

مروری رتاقص کا وقتِ دوران

اب تک دوری حرکت کی جو مثالیں دی گئی ہیں ان میں حرکتیں سادہ موسیقی حرکتیں اُس صورت میں تصور کی گئی ہیں جہاں زاویہ ارتعاش

چھوٹے ہوں۔ مروری رقاصوں میں جن سے اب ہم بحث کریں گے جو حرکتیں ہوتی ہیں وہ بڑے زاویہ میں نقل مکان کی صورت میں بھی حقیقی سادہ موسیقی حرکتیں ہیں۔

اگر کسی تار کا اوپر کا سرا



شکل ۳۰ - مروری رقاص

جکڑا ہوا ہو۔ اور اُس کا نیچے کا سرا زاویہ طہ نیم قطربوں تک مروڑا جائے تو اُس میں جو واپسی جُفت پیدا ہوتا ہے وہ

$$\frac{\pi^2 L}{g}$$

جہاں L = تار کا نصف قطر
(۱) تار کی استواری کا مقیاس
(۲) استواری کے مقیاس کی تعین

صفحہ ۱۸۶ میں ملاحظہ ہو

پس اس تار سے لگنے والا جسم جس کے جمود کا معیار اثر M ہے سادہ موسیقی حرکت کریگا۔ اور اس کا وقت و دوران حسب ذیل ہوگا:-

$$\begin{array}{l} \frac{M}{\pi^2 L} \quad \sqrt{\quad} \quad \pi^2 = 2 \\ \frac{M}{\pi^2 L} \quad \sqrt{\quad} \quad \pi^2 = 2 \end{array}$$

اگر ایسے جسم کے جمود کا معیار اثر معلوم ہو تو مساوات مندرجہ بالا تار کی استواری مقیاس کے دریافت کرنے میں استعمال کی جاسکتی ہے۔ اور یہ طریقہ مقیاس کے نکالنے کا ایک ارتعاشی طریقہ ہے۔

مرغولہ دار کمانی سے لٹکتے ہوئے مادے کا

وقت دوران

مرغولہ دار کمانی سے لٹکتے ہوئے مادے کی دوری حرکت، حقیقی

سادہ موسیقی حرکت کی ایک دوسری مثال ہے۔ فرض کرو کہ کمانی سے ک کیت کا لٹکتا ہوا مادہ کمانی کے طول میں ل سمر کا اضافہ پیدا کرتا ہے۔ اس صورت میں کمانی کی قوت، لٹکتے ہوئے مادے کے وزن ک ج کے برابر ہے۔ اور بس لئے قوت نی اکائی بڑھاؤ ک ج ہے۔ اگر کمانی میں ایک سمر کا مزید بڑھاؤ پیدا ہو جائے تو اب بڑھاؤ ل + اسمر کے برابر ہوگا۔ اور کمانی مادے کو $\frac{ک}{ل}$ (ل + ۱) ڈائن قوت کے ساتھ اوپر کی طرف کھینچے گی۔

لٹکتے ہوئے مادے پر عمل کرنے والی قوتیں حسب ذیل ہیں :-
(۱) کمانی سے عمل کرنے والی قوت ک ج (۱ + $\frac{ل}{ک}$) ڈائن اوپر کی طرف۔

(۲) لٹکتے ہوئے مادے کا وزن ک ج ڈائن نیچے کی طرف۔
ان دونوں قوتوں کا حاصل ک ج ڈائن اوپر کی طرف ہے۔ لہذا اس سے یہ ثابت ہوا کہ جب کمانی ل بنے مستقل مقام سے ایک سمر ہٹا دی جائے تو لٹکنے والا مادہ ک ج ڈائن کی قوت سے اوپر کی طرف کھینچ جاتا ہے اور یہ قوت، قوت فی اکائی نقل مکان ہے۔ اس لئے ارتعاش کا وقت دوران

$$\frac{ک}{ک ج} \pi^2 = \frac{ل}{ک ج} \pi^2 = ۲$$

جہاں ل = کمانی کا مستقل بڑھاؤ جو لٹکنے والے مادے نے

پیدا کیا ہے۔

۴۔ دوری حرکتوں کے تجربے

سادہ رتقاص کے ذریعے سے اسراع بوجہ جاذبہ زمین (ج) کی تعیین

اسراع بوجہ جاذبہ زمین کے براہ راست دریافت کرنے میں بہت سی مشکلوں کا سامنا پڑتا ہے۔ اُس صورت میں بھی جہاں محض سرسری صحت پر نظر رہتی ہے۔ اس وجہ سے اُس کے دریافت کرنے کے لئے دوسرے ایسے طریقے اختیار کئے جاتے ہیں جو بالکل براہ راست نہیں۔ ان طریقوں میں سے ایک نہایت ہی آسان طریقہ وہ طریقہ ہے جس میں سادہ رتقاص استعمال کیا جاتا ہے۔ مختلف طول کے رتقاص کے وقت دوران کا مشاہدہ کیا جاتا ہے اور اوقات مشہودہ کو ضابطہ

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

میں داخل کر کے ج کی قیمت اخذ کر لی جاتی ہے۔ اس ضابطے میں L = طول رتقاص، g = اسراع بوجہ جاذبہ زمین (صفحہ ۲۴۸ ملاحظہ ہو)

نتیجہ ۶۶۔ سادہ رتقاص کے ذریعے سے ج کی تعیین — نظری سادہ رتقاص ایک ایسے وزنی ذرے پر مشتمل ہے جس کے ابعاد لامتناہی چھوٹے ہوں۔ اور وہ ذرہ ایک بالکل استوار جھٹی سے جکڑے ہوئے بے وزن اور ناقابل وسعت ریشے سے ٹکنا ہوا ہو۔

مگر تجربے میں ہم مندرجہ بالا ذرے کے بجائے عموماً ایک چھوٹی اور بجاری گولی استعمال کرتے ہیں اور یہ گولی ایک باریک مضبوط

تاگے سے لٹکائی جاتی ہے۔ اس تاگے کے اُپر کا سیرا نہایت

مضبوط چمٹی سے جکڑ دیا جاتا ہے۔ تاگے کا وہ نقطہ

جو چمٹی سے نیچے کی طرف

عین باہر نکلا ہوتا ہے رتاق

کا نقطہ تعلیق ہے۔ رتاق

کا طول دو فصل ہے جو نقطہ

مذکورہ بالا اور گولی کے مرکز

بازو کے درمیان واقع ہے۔

ایک مکمل ارتعاش

(آگے اور پیچھے) کا وقت

وہ وقت ہے جس میں گولی

اپنے ارتعاش کے اوسط

مقام پر سے ایک ہی سمت

میں دو متواتر موقعوں پر گذرتی ہے۔ ارتعاش کے اوسط مقام کا

نشان کسی طرح لگا دینا چاہیے۔ مثلاً رتاق کی ڈوری کے پیچھے

کسی جسم پر کھریا سے کھینچا ہوا انتصابی نشان۔ وقت دوران کے

صحیح طور پر دریافت کرنے کے لئے رتاق کو متعدد ارتعاشیں کرنی

چاہئیں۔ (مثلاً ۵۰)۔ اور ان ۵۰ ارتعاشوں کے مجموعی وقت کا مشاہدہ

چل رکنی گھڑی پر کر لینا چاہیے۔ فرض کرو کہ رتاق کو ۵۰ بار ارتعاش

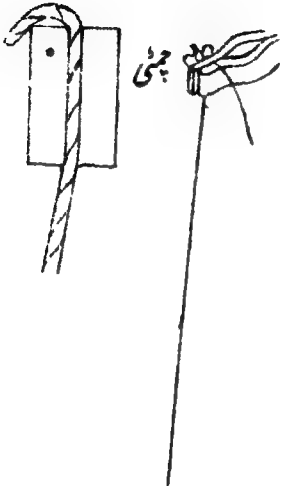
کرنے میں ۹ ثانیہ صرف ہوتا ہے تو وقت دوران ۹ ثانیہ ہوگا۔

چل رکنی گھڑی کی مدد سے ارتعاشوں کے وقت دریافت

کرنے میں مناسب یہ ہے کہ نشان کے سامنے سے ٹھدی کے پہلے

پہل گزرتے وقت ۳ کہا جائے۔ اور اس کے بعد پیچھے کی طرف

شمار کیا جائے، مثلاً



شکل ۵۸۔ سادہ رتاق

گزرنا چاہیے کیونکہ لہذا کے مناسب ہے۔ (دیکھو شکل صفحہ ۲۵۶)

مقعر آئینے پر ایک کرے کو حرکت دیکر ج کی تئیں

تجربہ ذریعہ بحث سے دوری حرکت کی ایک دلچسپ مثال ملتی ہے۔ مگر یہاں متحرک جسم کے جود کے معیار اثر جاننے کی ضرورت ہے۔ سادہ رتقاص میں گولی ایک ایسے نصف قطر کے دائرے کے قوس پر حرکت کرتی ہے جو دوری کی لمبان کے برابر ہے۔ اور حرکت خالص انتقالی حرکت ہے۔ اور صرف آگے پیچھے کی حرکت کے سوائے گولی میں اس کے مرکز جاذبہ کے گرد کوئی گردش حرکت نہیں ہوتی۔

مقعر آئینے پر لڑھکنے والے کرے میں جو حرکت ہوتی ہے وہ ہمہ طور سادہ رتقاص کی گولی کی حرکت کے مشابہ ہے۔ مگر صرف اس میں اتنا فرق ہے کہ کرہ آگے پیچھے حرکت کرنے کے سوا اپنے مرکز ثقل کے گرد گھومتا بھی ہے۔ لہذا مقعر آئینے پر لڑھکنے والے کرے پر غور کرتے وقت ہم کو اس کی دونوں محوری اور انتقالی حرکتوں کا لحاظ رکھنا چاہیے۔ ان دونوں حرکتوں میں کسی نقطے پر متحرک جسم کی توانائی بالفضل اس توانائی بالقوہ کے برابر ہے جس کو جسم مذکور اپنی ارتعاش کی آخری حد سے نقطہ ذریعہ بحث تک گرنے میں کھو چکا ہے

سادہ رتقاص میں جہاں حرکت خالص انتقالی ہے۔ توانائی بالفضل $\frac{1}{2} k v^2$ ہے اور کھولی ہوئی توانائی بالقوہ $k h$ ہے۔

$$\frac{1}{2} k v^2 = k h$$

$$\frac{1}{2} v^2 = h$$

آئینے پر لڑھکنے والے کرے میں توانائی بالفضل $\frac{1}{2} k v^2 + \frac{1}{2} k v^2$ اور کھولی ہوئی توانائی بالقوہ $k h = k h$ ہے

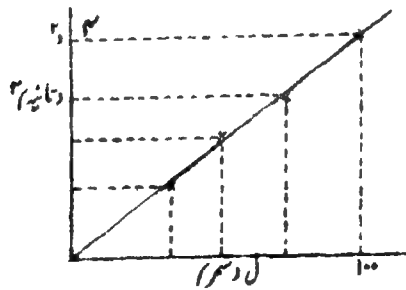
اب کڑے کے جمود کا معیار اثر (۵) اس کے مرکز کے گرد
کڑے کے اس لئے مساوات بالا ذیل کی صورت اختیار
کرے گی :-

ک ج ف = $\frac{1}{2}k + \frac{1}{2}k + \frac{1}{2}k$ (ک ن) قہ
اور سطح پر نقطہ تماس ساکن ہے۔ اس لئے
مرکز کی خطی رفتار $r = \frac{1}{2}k + \frac{1}{2}k + \frac{1}{2}k$ جہاں $\frac{1}{2}k$ کے نصف قطر
ہے (صفحہ ۲۲۵ دیکھو)

یا $r = \frac{1}{2}k + \frac{1}{2}k + \frac{1}{2}k$
پس مقعر آئینہ پر کڑے کی حرکت ظاہر کرنے والی مساوات حسب ذیل
شکل کی ہوگی۔

$$\begin{aligned} \text{ک ج ف} &= \frac{1}{2}k + \frac{1}{2}k + \frac{1}{2}k \times \frac{1}{2}k \text{ (ن قہ)} \\ &= \frac{1}{2}k + \frac{1}{2}k + \frac{1}{2}k \times \frac{1}{2}k \\ &= \frac{1}{2}k + \frac{1}{2}k + \frac{1}{2}k \left(\frac{1}{2}k\right) \\ &= \frac{1}{2}k + \frac{1}{2}k + \frac{1}{2}k \left(\frac{1}{2}k\right) \end{aligned}$$

یا $r = \frac{1}{2}k + \frac{1}{2}k + \frac{1}{2}k \left(\frac{1}{2}k\right)$
لہذا سادہ رقاص کی گولی اور مقعر آئینے پر حرکت کرنے والا
کڑہ اگر ایک ہی قسم کا راستہ اختیار کرے تو کسی خاص محل پر کڑے
کی رفتار سادہ رقاص کی گولی کی رفتار سے ہمیشہ کم ہوگی۔



شکل ۵۹۔ سادہ رقاص کی ترمیم

اگر $r =$ رقاص کی گولی کی رفتار کسی مقام پر $r =$ کُرے کی رفتار
اسی مقام پر۔ تو
 $r = 2 = 2$ ج ف اور

$r = 2 = 2$ ج ف $= 2$ ج ف
بناء بریں راستے کے کل نقطوں پر لڑھکنے والے کُرے
کی رفتار رقاص کی گولی کی رفتار کے صرف $\frac{1}{2}$ کے برابر ہوگی۔
اس لئے کسی مفروضہ حرکت طے کرنے میں نیز رفتار رقاص
کی گولی کو جتنا وقت درکار ہوگا کُرے کو اس وقت کے $\frac{1}{2}$ حصہ کی
ضرورت ہوگی۔

اب ہمیں معلوم ہے کہ سادہ رقاص کا وقت دوران

اس لئے ویسا ہی راستہ طے کرنے میں لڑھکنے والے
کُرے کا وقت دوران
(د) $\times \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$ ہوگا۔

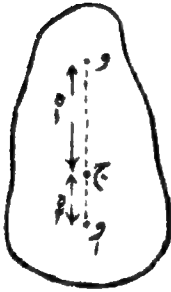
یعنی $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$

کُرے کا راستہ (ص - ن) نصف قطر کا قوس ہے۔ جہاں
ص = مقعر آئینے کا نصف قطر - ن = کُرے کا نصف
قطر۔ اس سادہ رقاص کا طول جس کا لنگر وہی راستہ طے کرتا ہے جو کُرہ طے
کرتا ہے (ص - ن) کے برابر ہے۔
لہذا ایسے سادہ رقاص کا وقت دوران

$\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$

آئینے پر کُرے کا وقت دوران $= \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$

جمود کا معیار اثر ہے۔
 شکل ۹۱ میں فہرٹس گرو
 کہ جسم ایک ایسے محور کے گرد
 ارتعاش کر رہا ہے جو کاغذ کی سطح
 پر علی القوائم ہے۔ اور نقطہ و
 سے گزرتا ہے۔ اس نقطہ و کو
 مرکز تعلیق کہتے ہیں۔ نقطہ و سے
 گزرنے والے محور کے گرد جمود کا
 معیار اثر ذیل کی مساوات سے حاصل
 ہوتا ہے:-



شکل ۹۱۔ مرکب رقص

$$J = \frac{W}{g} + \frac{W}{g}$$

$$= \frac{W}{g} + \frac{W}{g}$$

ک (گ + و) جہاں $W = Jg$ و ج
 صفحہ ۲۲۹ میں یہ ثابت کیا جا چکا ہے کہ مرکب رقص کا وقت دوران

$$\frac{J}{W} \pi^2 = 2$$

$$\frac{J}{W} \pi^2 = 2$$

سادہ رقص جس کا وقت دوران وہی ہے جو مندرجہ بالا
 رقص کا اُس کا طول ل حسب ذیل مساوات سے حاصل ہوتا ہے۔

$$L = \frac{W}{g} + \frac{W}{g}$$

اور یہ طول سادے معادل رقص کا طول کہلاتا ہے۔
 اگر یہ ممکن ہو کہ جسم کے مادے کی ساری کثیت بڑھائے جائے

خط وج میں ایک ایسے نقطے پر منبج ہو جائے جو محورِ تعلیق سے فصل مذکور پر واقع ہو تو وقت دوران اور مقام تعادل میں کوئی تبدیلی واقع نہ ہوگی۔ اور یہ نقطہ و اس طرح واقع ہوگا کہ فصل و $W = L$ ۔ محورِ تعلیق او کے لحاظ سے نقطہ و مرکز ارتعاش کہلاتا ہے۔

ج سے و کا فاصلہ m مندرجہ ذیل کے رشتے سے حاصل ہوگا۔

$$L = p + m$$

مرکزِ تعلیق اور مرکز ارتعاش آپس میں بدلے جاسکتے ہیں۔ کیونکہ

$$L = p + m$$

$$\frac{p + m}{m} = p + m$$

$$\frac{p + m}{m} = p + m \quad (1) \dots \dots \dots$$

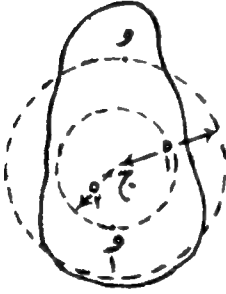
یا $\frac{p + m}{m} = p + m$ کے ہر پہلو میں جمع کر کے

$$\frac{p + m}{m} = p + m$$

$$\frac{p + m}{m} = p + m \quad (2) \dots \dots \dots$$

اب $\frac{p + m}{m}$ اس ساوہ رفاص کا طول ہے جس کا وقت دوران دہی ہے جو جسم کا جب جسم مذکور نقطہ و سے لٹکایا جائے اور یہ فاصلہ مساوات (۲) کے $p + m$ کے برابر ہے۔ یعنی وقت دوران ایک ہی رہیگا خواہ جسم نقطہ و سے یا نقطہ و سے لٹکایا جائے۔ یعنی اس کے معنی یہ ہیں کہ مرکزِ تعلیق اور مرکز ارتعاش

آپس میں بدلے جاسکتے ہیں۔
 اُن نقطوں کا جیز جن کے لئے مستقل ہے
 مذکورہ بالا و اور و محوروں کے علاوہ اور بھی محور ہیں جن کے
 گرد جسم کا وقت دوران وہی رہتا
 ہے جو و اور و کے گرد۔



اگر مرکز ج اور نصف
 قطر و اور و کے دو دائرے کھینچے
 جائیں۔ اور ان دائروں میں سے
 کسی ایک پر کوئی متوازی محور اٹھا
 لیا جائے تو وقت دوران ایک
 ہی رہیگا۔

نقل ۹۲۔ اُن نقطوں کا جیز جن کے لئے (د) مستقل ہے

ہ کے ساتھ د کا تغیر۔ کم سے کم وقت دوران۔ جب
 محور تعلیق مرکز جاذبہ میں سے گزرتا ہے تو وقت دوران لامتناہی
 بڑا ہو جاتا ہے۔ اگر محور مذکور لامتناہی فاصلے پر واقع ہو تو پھر
 وقت دوران لامتناہی ہوگا لہذا محور کا کوئی درمیانی مقام ایسا بھی
 ہوگا جس کے لئے وقت دوران کم سے کم قیمت رکھیگا۔
 ہمیں معلوم ہے کہ

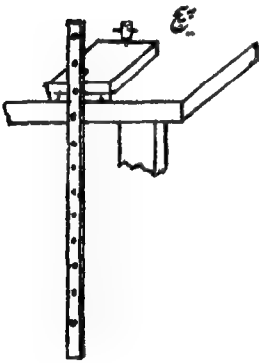
$$\frac{g + \frac{1}{2}}{r} = \pi^2 = d$$

د کی قیمت اس وقت کم سے کم ہوگی جب $\frac{g + \frac{1}{2}}{r}$ کی
 قیمت کم سے کم ہوگی۔

$$\text{لیکن } \frac{g + \frac{1}{2}}{r} = \frac{g - \frac{1}{2}}{r} = \frac{g - \frac{1}{2}}{r} =$$

یہ صاف ظاہر ہے کہ اس رقم کی قیمت اس وقت کم سے کم ہوگی جب $h = 0$ گ
اس صورت میں سادہ معادل رتاقص کا طول $= 2g$ گ
اور ہر دو نقطے و اور و مرکز جاذبہ ج سے گ فاصلے پر
واقع ہیں۔

کم سے کم وقت دوران $= 2\pi \sqrt{\frac{2g}{g}}$ گ
تجربہ ۹۲۔ مرکب رتاقص ————— نتائج مندرجہ بالا
کی تشریح کے لئے میٹر طول کی ایک مستطیلی سلاخ جس کی
ساری لمبائی میں مساوی مساوی فاصلوں پر (تقریباً دو دو سمر پر)
سوراخ بنے ہوں، ایک ایسے محور سے لٹکائی جاسکتی ہے جس کا
افقی وضع میں رہنا ضروری ہے (شکل ۹۳ لفظ ہو)۔



(۱) سلاخ کے ایک سرے
سے شروع کر کے ہر تیسرے سوراخ
سے سلاخ کو لٹکا کر اس کا وقت دوران
دریافت کرو۔ مگر وقت دوران
محسوب کرنے کے لئے ۵ مکمل
ارتعاشوں کے مجموعی وقت کا مشاہدہ
کرنا چاہیے۔

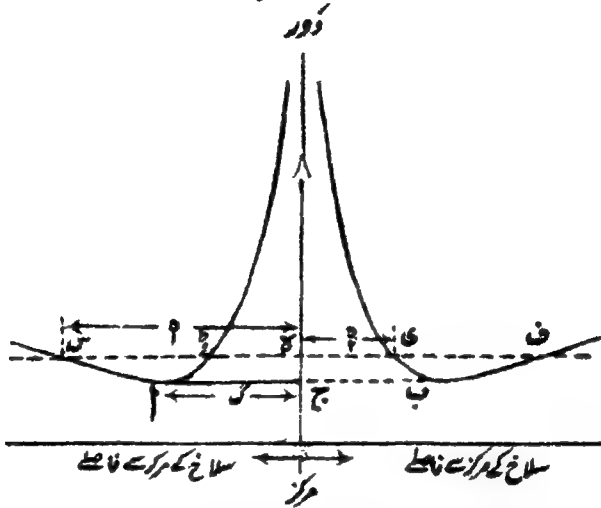
(۲) مرکز جاذبہ سے مختلف
فاصلوں پر سلاخ کو لٹکا کر وقت
دوران دریافت کرنے کے بعد

شکل ۹۳۔ سلاخی رتاقص

ان فاصلوں اور وقت دوران کی ترسیم کیجیو۔ سلاخ کے دونوں
کے لحاظ سے ترسیم میں دو متماثل شاخیں ہونگی ترسیم کے لحاظ
سے یہ ظاہر ہوگا کہ نقطوں ۱ اور ۲ پر وقت دوران کی قیمت
کمترین ہے۔

(۳) معنی سے ان کمترین اوقات دوران کے لئے سلاخ پر سوراخ

دریافت کرو۔ اور اس کمترین وقتِ دوران کے سوراخ کے دونوں طرف دو دوسراخوں کے لئے وقتِ دورانِ نہایت صحت کے ساتھ



سادے معادل رقاص کا طول دریافت کرو۔ یہ طول

$$L = \lambda + \lambda$$

اور ذیل کے ضابطے سے ج کی قیمت دریافت کرو۔

$$\frac{L}{\lambda} = \pi^2 = 2$$

(۵) نمونی کے نقطے ۲ اور ب کے لئے کمترین وقت دور ان د
دریافت کرو اور ذیل کے ضابطے سے گ کی قیمت محسوب کرو:

$$\frac{L}{\lambda} = \pi^2 = 2$$

(۶) جسم کا کمیت، مادہ تک دریافت کرو۔ اور ذیل کے ضابطے
سے اس کے کمبود کا معیار اثر محسوب کرو۔

$$M = K \cdot G$$

گ کی مختلف قیمتیں جو (۳)، (۴) اور (۵) میں حاصل ہوئی ہیں
ان سب میں مطابقت ہونی چاہئے۔ اور یہ قیمتیں تقریباً سلاخ کے
طول کا $\frac{1}{10}$ ہونی چاہئیں۔ بشرطیکہ طول کے مقابلے میں سلاخ کا
عرض نظر انداز کر دیا جائے (نیمہ میں جمود کے معیار اثر کا بیان ملا خط ہو)۔

تجربہ ۶۹۔ استواری کے مقیاس کی
نقشیں اور تقاضے — ایک سلاخ یا ایک قرص یا

جمود کے معلوم معیار اثر کا کوئی دوسرا جسم ایک ایسے تار سے
لٹکاؤ جس کا اُپر کا سہرا مضبوط جکڑا ہوا ہو۔

جسم کا وقت دور ان اس حالت میں دریافت کرو جب وہ
مردی رقاص کی طرح حرکت کرتا ہو۔

تار کا طول اور اس کا نصف قطر ناپو۔ نیچے ہوئے جسم کے
جمود کا معیار اثر اس کے مادے کی کمیت اور اس کے لمبائی کے
علم سے دریافت کرو۔

مندرجہ ذیل مساوات سے استواری کے مقیاس کی قیمت اخذ کرو۔

$$\frac{\pi^2}{\frac{2}{\pi} \frac{m}{n}} = \pi^2$$

$$\frac{\pi^2}{\frac{2}{\pi} \frac{m}{n}} = \pi^2$$

اسی تار سے دو اجسام کو بطور مڑوڑی رقائق استعمال کر کے ان کے جمود کے معیار اثر کا مقابلہ کرو۔

$$\frac{\pi^2}{\frac{2}{\pi} \frac{m}{n}} = \pi^2$$

$$\frac{\pi^2}{\frac{2}{\pi} \frac{m}{n}} = \pi^2$$

چونکہ دونوں جسم ایک ہی تار سے لٹکائے گئے ہیں اس لئے

$$\frac{m}{n} = \frac{m}{n}$$

تجربہ سے معلوم ہوتا ہے۔ مرغولہ دار کمائی سے لٹکتے ہوئے مادے کا وقت دوران (ارتعاش) کا مشاہدہ کر کے ج کی قیمتیں — مرغولہ دار کمائی سے ایک مادہ لٹکاؤ۔ اور اس مادے کو آہستہ سے لٹکانے پر کمائی میں جو بڑھاؤ پیدا ہوگا اس کو دریافت کرو۔ مادے میں انتعابی ارتعاش پیدا کر کے اس کا وقت دوران دریافت کرو۔

ذیل کے ضابطے سے (جس کا ثبوت صفحہ ۲۵۱ میں دیا جا چکا ہے)

ج کی قیمت محسوب کرو۔

$$\frac{\pi^2}{\frac{2}{\pi} \frac{m}{n}} = \pi^2$$

فصل دہم

گیس: پارپما اور کلیئہ بائیل

۱۔ گیسوں کی خاصیتیں

ہاؤس کی اوپر شکلوں سے گیس اس حیثیت سے مختلف ہے کہ گیس جہاں جگہ پاتی ہے اس کو بھر دیتی ہے۔ ایک خاص حجم میں خواہ گیس کی مقدار کتنی ہی چھوٹی ہو وہ تمام حجم میں پھیل جاتی ہے۔ گیس کی شکل کی اشیاء میں یہ خاصیت ایک نہایت ہی عجیب خاصیت ہے اور اس خاصیت کو ہم ان اشیاء کا پھیلاؤ کہہ سکتے ہیں۔

اس فصل میں ہم صرف ان گیسوں کا مظاہرہوں پر بحث کریں گے جن کا تعلق مستقل تپش سے ہے۔ اور تپش کی تبدیلیوں کے اثرات کی تحقیقات حرارت کے باب میں کی جائیگی۔

کلیئہ بائیل

جب کہیں گیس کی ایک مستقل مقدار کے حجم میں تبدیلی واقع ہوتی ہے تو گیس کا دباؤ ایک خاص طریقے سے بدل جاتا ہے چنانچہ اگر تپش مستقل قائم رکھی جائے دباؤ اور حجم میں

تناسب معکوس رہتا ہے۔ یہ رشتہ حسب ذیل آسان شکل میں لکھا جاسکتا ہے:-

$$\text{دباؤ} \times \text{حجم} = \text{مستقل}$$

۱۶۷۲ء میں براہوٹ بائیل انگریز سائنس دان نے اس رشتے کو پہلے پہل بیان کیا تھا۔ اور یہ رشتہ کلیئہ بائیل کے نام سے مشہور ہے۔ فرانس میں بھی ایک سائنس دان مسی ماسری ۱۷۸۷ء نے چودہ برس بعد بطور خود اس کلیئے کا دعویٰ بیان کیا۔ اور اس بناء پر یہ کلیئہ انگلستان کے سوائے تمام ممالک یورپ میں کلیئہ ماسری ۱۷۸۷ء کے نام سے مشہور ہے۔ (نوٹ:- اس کے مستقل انگریزی کتاب ٹیٹ کا خواص مادہ ضمیمہ ۷۷ دیکھو)۔

یہ ظاہر ہوگا کہ مستقل پیش برگیس کے مظاہروں کی تحقیقات کے لئے یہ ضروری ہے کہ ہم اس کے حجم اور دباؤ کی پیمائش کے ذرائع مہیا کریں۔

حجم کی پیمائش میں کسی قسم کی دقت پیش نہیں آتی مگر دباؤ کی پیمائش کے لئے کچھ تشریح کی ضرورت ہوگی۔

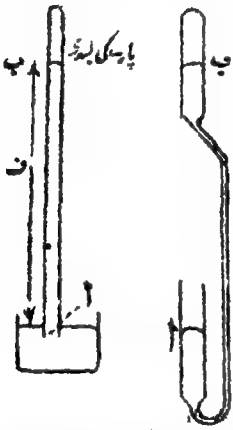
۲۔ گروہ ہوائی کے دباؤ کی پیمائش۔
بند حجم کی گیسوں کے دباؤ کی پیمائش پر بحث کرنے سے قبل پہلی چیز جس کا جاننا ضروری ہے وہ یہ ہے کہ ہوا بہت بڑا دباؤ ڈالتی ہے۔

بار پچا

اس امر کے اظہار کے لئے ایک میٹر لمبائی کی شیشے کی

ایک نلی کے کراس کا ایک ہر بند کر دیا جاتا ہے۔ پھر اس نلی کو پار سے بالاب بھر کر ایک پیالے میں جس میں پارا پہلے سے موجود ہو اس طرح اونڈھایا جاتا ہے کہ نلی کا کھلا ہوا منہ پیالے کے پارے کے اندر چلا جائے باوجودیکہ نلی میں پارے کے سوائے کوئی اور شے داخل نہیں کی جاتی ہے۔ اونڈھانے پر نلی کا پارا فوراً کچھ نیچے اتر آتا ہے۔ پارا سب کا سب نلی سے نہیں گر پڑتا۔ بلکہ ایک خاصا بڑا تقریباً ۵، سمر بندی کا پارے کا ستون نلی میں رہ جاتا ہے۔ اور یہ ستون کرؤ ہوائی کے دباؤ کی وجہ سے سہارا ہوا رہتا ہے۔ اس ساخت کی نلی بار پیل کی نلی کہلاتی ہے۔

شکل ۱۹ میں نلی کے اس نقطہ ۲ پر کے دباؤ پر غور کرو جس کی سطح دسی ہے جو نلی سے باہر کے پارے کی آزاد سطح ہے۔ اس نقطے کے اوپر



شکل ۱۹ - بار پیل کی سادہ شکلیں

کثافت اور بلندی ف سمر پارے کا ستون قائم ہے۔ اور یہ ستون اس نقطہ ۲ پر دباؤ بمقدار ف ث ج ڈائن فی مربع سمر ڈالتا ہے۔ نلی کے اندر کے پارے کے اوپر جگہ ب بالکل خلا ہے سوا پارے کے بخار کی نہایت ہی خفیف مقدار کے جس کا اثر نظر انداز کر دیا جاتا ہے۔ اس لئے نقطہ ۱ پر مجموعی دباؤ صرف

پارے کے ستون کے سبب سے ہے یعنی نلی کے اندر نقطہ ۲ پر دباؤ = ف ث ج ڈائن فی مربع سمر۔ جو دباؤ نلی کے باہر پارے کی آزاد سطح پر عمل کرتا ہے وہ صرف خارجی کرؤ ہوائی کا دباؤ ہے۔

مانع کی ایک ہی افقی سطح کے کل نقطوں پر دباؤ ایک ہی ہے۔ اس لئے تلی کے اندر نقطہ ۲ پر دباؤ باہر کی سطح کے اوپر کے دباؤ کے بالکل برابر ہے۔ کیونکہ ۲ اسی افقی سطح میں واقع ہے جس میں باہر کی سطح ہے۔ ۲ پر دباؤ ف ٹ ج ہے۔ اور باہر کے پارے کی سطح پر دباؤ ماکرہ ہوائی کا دباؤ ہے۔

اس لئے کرہ ہوائی کا دباؤ = ف ٹ ج ڈائمن فی مربع جوئیکہ کرہ ہوائی میں تپش کی تبدیلی ایک چھوٹی حد کے اندر ہوتی ہے اور اس حد کے اندر پارے کی کثافت تقریباً مستقل رہتی ہے۔ اس لئے قاعدہ ہے کہ دباؤ کو پارے کی بلندی سے سمجھ میں بیان کرتے ہیں۔ مگر حقیقت حال یہ ہے کہ اس طریقے کے دباؤ کی جو قیمت ملیں گی وہ صفر درجہ می پر کے پارے کے اسطوانہ کے طول کی رقوم میں ہوگی۔ لیکن معمولی مقاصد کے لئے تپش کی وجہ سے تصحیح کرنے کی خیداں ضرورت نہیں کیونکہ کثافت کی تبدیلی بہت ہی کم ہوتی ہے۔ اگر اس تصحیح کی ضرورت ہو تو اس کا حساب بلا وقت ہو سکتا ہے (صفحہ ۲۷۸ ملاحظہ ہو)۔

مزید برآں ج کی قیمت تمام کرہ زمین کی سطح پر یکساں نہیں ہے۔ اس لئے عرض البلد اور سطح سمندر کی بلندی کی وجہ سے جس تصحیح کی ضرورت ہوگی اس کو حساب میں داخل کرنا چاہیے تاکہ پارے کی مشہودہ بلندی اس بلندی میں تحویل ہو جائے جو اس کو سطح سمندر اور ۵ م عرض البلد پر حاصل ہو۔ بہر حال اس تصحیح کی ضرورت صرف اس وقت پڑتی ہے جب غایت درجے کی صحت مد نظر ہو۔ چونکہ ہم کو ف ٹ اور ج کو تقریباً مستقل تصور کرنے کا مجاز ہے

اس لئے کرہ ہوائی کا دباؤ، پارے کی ایک خاص بلندی ف کے مثل کہا جاسکتا ہے۔ اور یہ بلندی بار پیمائی کی بلندی کہلاتی ہے۔

یہ بلندی پارے کے اسطوانہ کی وہ بلندی ہے جس کو مذکورہ بالا ساخت کے بار پیمائی کی نلی میں کرہ ہوائی سہارتا ہے۔
 آجکل Meteorology (شہابیات) کا محکمہ کرہ ہوائی کے دباؤ کو ان اکائیوں میں ظاہر کرتا ہے جو مطلق س گگ ڈا نظام کی اکائیوں کے اصناف ہیں۔ اور بعض جدید بار پیمائی اس طرح درجہ بند کئے گئے ہیں کہ ان میں دباؤ کی قیمتیں ان اکائیوں میں براہِ راست پڑھ لی جاسکتی ہیں۔

دباؤ کی مروجہ اکائی بار (Bar) کہلاتی ہے اور یہ اکائی ۱۰ ڈائین فی مربع سمر کے برابر ہے۔ دو چھوٹی اکائیاں بھی مستعمل ہیں۔ سنتی بار (Centibar) اور ملی بار (Millibar) جو بالترتیب ۱/۱۰ اور ۱/۱۰۰ بار (Bar) ہیں۔
 بار (Bar) عرض البلد ۴۵° میں صفر درجہ مٹی پر کے پارے کی ۱.۰۱۳۵ سمر بلندی کے دباؤ کے مثل ہے۔

طبعی کرہ ہوائی (پارے کا ۶ سمر) ایک بار (Bar) سے قدرے بڑا ہے۔ اور اس کی قیمت ۱.۰۱۳۵۲ ملی بار (Millibar) ہے۔

بار پیمائی کی مروجہ سنگلیں

لانمانٹلی کی شکل کا — اس کام میں جہاں غایت درجہ کی صحت مقصود نہ ہو سادہ لانمانٹلی کی شکل کا (جیسا شکل ۹۵ میں دکھایا گیا ہے) بار پیمائی کافی بکار آمد ہوگا۔ یہاں ۲ کی آزاد سطح متذکرہ بالا وضع کے بار پیمائی میں حوضک کے پارے کی آزاد سطح کے بجائے ہے۔

سرے کے قریب نلی موڑ دی گئی ہے تاکہ پارے کی دو سطحیں جن کی بلندی کے فرق کی پیمائش مقصود ہے ایک ہی انتصابی خط میں رہیں۔

نلی کے حصے ۲ اور ب خاصے چوڑے قطر کے ہونے چاہئیں۔ اور ان کی عمودی تراشیں آپس میں برابر ہونی چاہئیں۔ تاکہ سطحی تناؤ کی وجہ سے بلندی کے مشاہدے میں غلطی داخل نہ ہو۔ بلندیاں ایک ایسے پیمانے پر پڑھی جاتی ہیں جو عموماً خود نظیروں پر کھدا ہوتا ہے۔ بلندی سطوح ب اور ا کا عمودی فاصلہ ہے۔ اس شکل میں صحت جو قابل حصول ہے کچھ زیادہ درجے کی نہیں پیمانے کے ہر بار پڑھنے میں جو غلطی داخل ہو سکتی ہے وہ نصف ٹر تک پہنچ سکتی ہے۔ اور چونکہ یہاں پیمانے کو دو دفہ پڑھنا پڑتا ہے اس لئے غلطی جو یہاں ممکن ہے ایک ٹر تک ہو سکتی ہے۔

فورٹن کا بار پیمائش

اس قسم کے بار پیمائش عموماً طبیعیات کے معمول میں پائے جاتے ہیں جہاں کرہ ہوائی کے دباؤ کے صحیح مشاہدوں کی ضرورت پڑتی ہے۔ یہ آلہ سادہ قسم کے بار پیمائش کی نلی (صفحہ ۲۶۷) سے زیادہ مختلف نہیں ہے۔ فرق صرف یہ ہے کہ اس آلے میں پارے کی دو سطحوں کے پڑھنے کا طریقہ خاص ہے۔

تجربہ کار۔ فورٹن کا بار پیمائش پڑھنا۔ پارے کی بلندی دریافت کرنے کے لئے مندرجہ ذیل دو ترتیبیں ضروری ہیں :-

(۱) حوضک کی ترتیب۔ نلی کے نیچے کے سرے پر چڑے

کی تھیلی میں پارا رہتا ہے۔
اور اس تھیلی کی شکل اس
کی تہ پر لگے ہوئے پیچ ۲
کے ذریعہ سے بدلی جاسکتی
ہے۔ بار پیا کے ڈھانچے
سے ہاتھی دانت کا ایک
چھوٹا مخروط نصب رہتا
ہے۔ اور اس مخروط کی
راس ص بار پیا کے
پیانے کا صفر ہے (شکل ۹۷)۔

پیچ ۲ کو گھما کر پیلے
کی سطح ہاتھی دانت کے
اس مخروط کی راس تک
پڑھا دی جاتی ہے۔ اور
پیچ اس وقت تک گھمایا
جاتا ہے کہ راس مذکورہ
اور پارے میں اس کا
خیال میں ملنے ہوئے
دکھائی دیں۔ ۲ و ۱ پارے
کی سطح میں سراسر
مذکورہ ہر کسی قسم
کا نشیب نظر نہ آئے۔
اس امر کی توضیح کے لئے



شکل ۹۷
فورن کا بار پیا



شکل ۹۸
فورن کا بار پیا کا حوضک

ذیل کی شکل ملاحظہ ہو۔

پارے کی سطح ضرورت سے پیچی

صحیح ترتیب

پارے کی سطح ضرورت سے زیادہ اونچی (بگڑے ہوئے)
عکس پر غور کرو

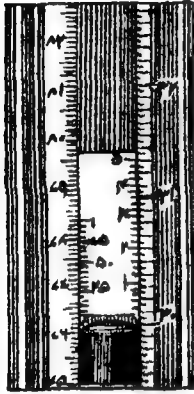
شکل ۹۸۔ حوضک کی ترتیب

اس طریقے سے پارے کی سطح نہایت نزاکت کے ساتھ درست کی جاتی ہے۔ بشرطیکہ پارے کی سطح مناسب طور پر منور کر دی جائے۔

(۲) نلی کے پارے کی بالائی سطح پر پیمانے

کی ترتیب۔ بالائی سطح پر ترتیب مقابہ آسان نہیں ہے۔ شیشے کی نلی کے اوپر ایک پیتلی نلی سے چڑھی ہوتی ہے۔ اور یہ نلی آلے کے بازو میں لگے ہوئے پیچ ب کے ذریعے سے اوپر نیچے اٹھائی جاتی ہے (شکل ۹۷)۔ اس نلی کا نیچے کا حصہ اس طرح کٹا ہوا ہوتا ہے کہ اس کی کٹی ہوئی پشت ڈ اور اس کے کٹے ہوئے سامنے ص کے کنارے ایک ہی افقی سطح میں ہوں۔ (جیسا شکل ۹۸ سے واضح ہے)۔ اگر مشاہد کی آنکھ ان دونوں کناروں کی سطح کے نیچے رکھی جائے تو پشت اور سامنے کے کنارے دونوں دکھائی دینگے۔ اگر آنکھ کو تدریج اونچا کیا جائے تو پشت کا کنارہ رفتہ رفتہ نظر سے چھپتا جائیگا۔ یہاں تک کہ جب آنکھ ٹھیک اس متحرک نلی کے کٹے ہوئے کناروں کی سطح میں آجاتی ہے تو پشت کا کنارہ سامنے کے کنارے سے عین چھپ جاتا ہے۔

آنکھ کو اس طرح رکھا جائے کہ اوپر کے بیان کے مطابق پشت کا کنارہ سامنے کے کنارے سے عین چھپ جائے۔ اس کے بعد پیتل کی نلی کو متحرک کرنا چاہیے یہاں تک کہ سامنے کا کنارہ پارے کی چوٹی ب کی سیدھ میں آجائے۔ مگر یہ ضروری ہے کہ نلی کے حرکت کرتے وقت آنکھ اس کے کٹے ہوئے کناروں کی سطح میں رہے (شکل ۹۹)۔



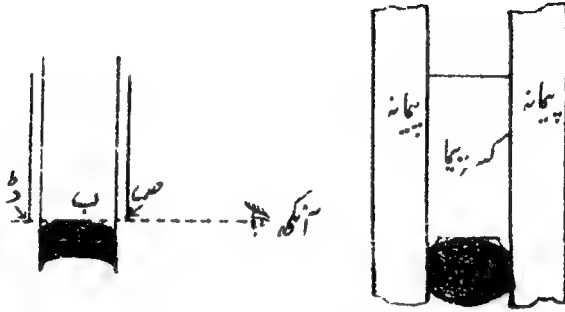
شکل ۹۹۔ پارے پانے اور کسر پیا

اگر آنتالہ۔ اگر آنکھ نلی کے کٹے ہوئے کناروں کی سطح سے اوپر رکھی جائے تو پشت کا کنارہ سامنے کے کنارے سے چھپ جائیگا۔ اور اس حالت میں آنے کی ترتیب درست نہیں رہیگی۔ اس لئے یہ نہایت ضروری ہے کہ آنکھ کو اونچا کیا جائے یہاں تک کہ پشت کا کنارہ سامنے کے کنارے کے نیچے عین غائب ہو جائے۔ سطح کے درست ہونے کا یہی ایک معیار ہے۔

جب متحرک نلی ٹھیک جگہ رکھ دی گئی ہے تو آنکھ کے نیچے کی طرف ذرا سی بھی حرکت ہے پشت کے کنارے کو دکھائی دینا چاہیے۔ جب آنکھ دوبارہ صحیح سطح پر اونچی کی جائے تو سامنے کے کنارے کا وسط پارے کی چوٹی سے ٹھیک مس کرتا ہوا معلوم ہونا چاہیے۔ مگر اس صورت میں چوٹی کے دونوں طرف کنارے کے نیچے کچھ روشنی صاف دکھائی دے گی۔

پیتل کی چھوٹی نلی میں ایک کسر پیا لگا ہوا ہوتا ہے۔ اس

کسر پیم کا صفری نشان نیچے کے کٹے ہوئے کنارے کے ساتھ ممسط



شکل عتلا - کسر پیم کی ترتیب

رہتا ہے۔ یہ کنارہ عام طور سے دونوں طرف نیچے نکلا ہوا ہوتا ہے تاکہ کثرت استعمال سے گوشے گھس نہ جائیں۔ آلے کے ڈھانچے میں ایک ثابت پیمانہ لگا ہوا ہوتا ہے جس کے کنارے پر یہ کسر پیم اوپر نیچے حرکت کرتا ہے۔ اور اس پیمانے پر کسر پیم کے ذریعے سے پارے کی چوٹی کی بلندی معلوم ہوتی ہے۔ پیمانہ آلے کے اوپر کے حصے کے قریب چند سنتی میٹر میں ہی ٹکس درجہ بند کیا جاتا ہے۔ اس پیمانے کا صفر اوپر بیان کئے ہوئے حوضک کے باقی دانت کا سہرا ہے۔ اس لئے کسر پیم سے دکھلائی ہوئی پیمائے کی درجہ خوانی بار پیم کی بلندی بتاتی ہے۔

بار پیم کی اور مروجہ شکلوں میں ایک لائنا ٹلی کی شکل کا ایسا بار پیم ہے جس کی چھوٹی ساق میں پارے کی سطح پر تیرنے ہوئے وزن سے لگے ہوئے نمائندے کے ذریعے سے پارے کی سطح کی حرکت ظاہر ہوتی ہے۔ ایک اور شکل ہے جس کی ساخت فورٹین کے بار پیم جیسی ہے مگر اس میں حوضک کے درست کرنے کا

کوئی انتظام نہیں ہے۔
حوضک میں پارے کی سطح کی تبدیلی سے درجہ خوانی میں غلطیاں ضرور پیدا ہوتی ہیں۔ کیونکہ ایسے آلے کے سرے پر سنلٹی میٹرو یا انچوں میں جو درجے بندیاں ہوتی ہیں ان میں حوضک کے پارے کی سطح کی تبدیلی کی تلافی کا کچھ خیال نہیں رکھا جاتا ہے۔ مندرجہ بالا دونوں قسموں کے بار پیمیا میں سے کوئی ایک بھی سائنس کے تجربوں میں کارآمد نہیں ہے۔

بے غم بار پیم۔ بے غم بار پیم یا بار پیمیا کی ایک نہایت آسان شکل ہے۔ اور اس کی جدید شکل غایت درجے کی صحت دے سکتی ہے۔ یہ بار پیمیا دھات کا ایک ایسا برتن ہے جس میں مکمل خلا پیدا کر دیا گیا ہے۔ اور جو بالکل ہوا بند کر دیا گیا ہے۔ کرؤ ہوائی کے دباؤ کی تبدیلی سے اس برتن کی شکل کچھ نہ کچھ بگڑ جائیگی۔ اور یہ بگاڑ دباؤ کی تبدیلی کے متناسب ہے۔ (صفحہ ۱۶۹ پر کلیئہ چوک ملاحظہ ہو)۔

پیرم اور گھڑی کے پیردوں جیسے انتظام سے یہ خفیف بگاڑ بڑا دکھایا جاتا ہے۔ اور اس انتظام سے نمایندہ ایک پیمانے پر حرکت کر کے کرؤ ہوائی کے دباؤ کی تبدیلی صاف صاف بتاتا ہے۔

اس آلے سے دباؤ کی قیمت براہ راست نہیں ملتی۔ اس لئے اس کی ضرورت ہے کہ اس کی درجہ خوانیوں کا حوسرین کے سیما بی بار پیم سے مقابلہ کر کے اس آلے کی تعمیر کی جائے۔ مگر ایک دفعہ تعمیر کئے جانے کے بعد اس کی درجہ خوانیوں کی صحت پر تقریباً مدت لامتناہی تک بھروسہ کیا جاسکتا ہے۔ اگر یہ مقصود ہو کہ بار پیم کو جگہ بہ جگہ لے جایا جائے تو اس صورت میں یہ آلہ نہایت مفید ثابت ہوتا ہے اس لئے کہ اس کو ایک جامع مختصر شکل کا بنا سکتے ہیں مگر جگہ بہ جگہ جانے میں یہ ضرور ہے کہ یہ آلہ مختلف تپشوں کے زیر اثر آئے۔ اور تپشوں کے زیادہ اختلاف سے

اس کی درجہ خوانیوں کی صحت بہت درست نہیں رہیگی۔ اس سبب سے کہ دھات کے برتن کی کچھک تپش سے مؤثر ہوتی ہے۔

تجربہ ۲۷۷۔ بے غم بار پیمائے استعمال سے کسی عمارت کی بلندی کی پیمائش — ایک ایسا بے غم بار پیمائے

لو جس کا پائین بہت چھوٹے چھوٹے درجوں میں منقسم ہو۔ اور عمارت کی زمین اور اس کی چھت پر اس آلے کی درجہ خوانیوں کے خرق کا مشاہدہ کرو۔ فرض کرو کہ فرق مشہودہ پارے کی لاسمر بلندی ہے۔

یہ فرق ہوا کی سطحوں کے درمیانی فاصلے کے مطابق ہے۔

اور یہ فاصلہ عمارت کی بلندی ف ہے۔ اگر سطحوں کا یہ فرق کم ہو اس کے اندر کی ہوا کو ہم ایک ایسا سیال تصور کر سکتے ہیں جس کی کثافت تقریباً تمام یکساں ہے۔ اس حالت میں ان دو نقطوں کے بیچ کے دباؤ کا فرق ف ح ج کے برابر ہے۔ جہاں شام ہوا کی کثافت ہے۔ دباؤ کا یہ فرق پہلے ناپا جا چکا ہے۔ اور یہ وہ دباؤ ہے جو پارے کا لاسمر لمبائی کا مسطوانہ ڈالتا ہے۔

پس ف ح ج = لا ح ج، جہاں ف، پارے کی کثافت ہے۔

تپش کی وجہ سے کثافتوں میں جو خفیف تبدیلی واقع ہوتی ہے اس کو نظر انداز کر کے ہم کافی صحت کے ساتھ یہ لکھ سکتے ہیں کہ ح ج = ۱۳۵۶ گرام فی مکعب سمر اور ح ج = ۵۰۰۱۲۹ گرام فی مکعب سمر

اس لئے ف = لا $\frac{۱۳۵۶}{۵۰۰۱۲۹}$

بلندی کو براہ راست ناپ کر اس نتیجے کی تصدیق کرو۔ پہاڑ پر چڑھنے والے جو بے غم بار پیمائے استعمال کرتے ہیں وہ اکثر براہ راست فٹ اور میٹروں میں درجہ بند رہتے ہیں۔

سیالی بار پیمائش کی تصحیح

کرہ ہوائی کے دباؤ کو: ρ کے پارے کی بلندی (سم) h یا ڈائمن فی مربع سمر میں ظاہر کرنے کے لئے اس کی ضرورت ہے کہ بار پیمائی مشہودہ بلندی تیش کی وجہ سے صحیح کر لی جائے۔

فرض کرو کہ بار پیمائی درجہ خوائی لا سمر ہے۔ یہ درجہ خوائی دراصل سمر میں نہیں حاصل ہوتی بلکہ پیمانے کے درجوں میں۔ کیونکہ پیمانے کے درجے صرف اس وقت سمر تھے جب اس کی تیش ستہ ρ (مثلاً h)۔ یہ تیش عموماً h امر کی ہوتی ہے۔ فرض کرو کہ ρ امر کی تیش ρ ہے تو پیمانے کا ہر درجہ $\{a + b(t - t_0)\}$ کے برابر ہے۔ جہاں b پیمانے کے تخطی پھیلاؤ کی شرح ہے (یہ پیمانہ عام طور سے پتل کا ہوتا ہے)۔

اس لئے پارے کی حقیقی بلندی

$$\rho = \{a + b(t - t_0)\}$$

یہاں ρ سمر بلندی کے پارے کا ستون تہ ρ تیش پر ہے۔

اب یہ دریافت کرنے کی ضرورت ہے کہ پارے کی کون سی بلندی ρ ؟ معنی تیش پر اتنا ہی دباؤ ڈالیں جتنا پارے کا یہ ستون کا ρ تہ ρ پر ڈالتا ہے۔

ہر ρ سمر پارے کا دباؤ ρ ρ ج ڈائمن فی مربع سمر ہے،

جہاں ρ ؟ ρ سمر پارے کی کثافت ہے۔

تہ ρ سمر کے ρ سمر ستون کا دباؤ ρ ρ ج ڈائمن فی مربع سمر ہے،

جہاں ρ ؟ ρ سمر پارے کی کثافت ہے۔

ہمیں ρ کی قیمت ذیل کی مساوات سے دریافت

کرنی ہے:-

۱. ش ج = ۱ ش ج
اور ہمیں معلوم ہے کہ ش = ش (۱ + عت) جہاں عت
پارے کے حجمی پھیلاؤ کی شرح ہے۔

$$\text{اس لئے } ۱ = \frac{۱ ش}{ش + ۱ عت}$$

۲. کو ۱ کی رقوم میں منتقل کر کے حسب ذیل مساوات حاصل ہوتی ہے:-
$$۱ = \frac{۱ + ۱ ب (ت - ت)}{۱ + عت}$$

جب: مٹی پر پارے کے مماثل یہ بلندی ۱. محسوب ہو جائے تو دباؤ کی
قیمت ڈائمن فی مربع سمر میں ذیل کی مساوات سے حاصل ہو سکتی ہے:-
دباؤ = ۱ ش ج

ش = ۱۳۵۹۶ گرام فی مربع سمر ڈائمن فی گرام یا سمر
ج کی قیمت حیدر آباد گرن میں ۸۵۹۶ ڈائمن فی گرام یا سمر
فی ثانیہ فی ثانیہ ہے۔

اس لئے ۱ = ۱ ش ج
بار پیمائی کی بلندی میں تپشی تصحیح کے اس طریقے کی تشریح
کے لئے مندرجہ ذیل عددی مثال فائدے سے خالی نہیں:-

فرض کرو کہ ایک بار پیمائش میں پتیل کا پیمانہ لگا ہوا ہے ۱۸ مٹی پیش
پر ۵۹۳۳ سمر بلندی بتاتا ہے۔ پیمانے کی درجہ بندی ۱۵ مٹی پر صحیح ہے۔
اب سوال یہ ہے کہ بار پیمائی کی بلندی: مٹی پر کیا ہوگی اور یہ بھی دریافت طلب ہے
کہ گڑھ ہوائی کا دباؤ ڈائمن فی مربع سمر میں کیا ہے۔

پیتل کے خطی پھیلاؤ کی شرح = ۱۸۹۰۰۰۰۰۰ فی درجہ مٹی

پارے کے حجمی پھیلاؤ کی شرح = ۱۸۰۰۰۰۰۰۰۰ فی درجہ مٹی

$$\frac{\{ (15-18) \cdot 50000 + 1 \} \cdot 55933}{(18 \times 0.00018 + 1)} = 8$$

$$\frac{(50000 \cdot 566 + 1) \cdot 55933}{50000 \cdot 223 + 1} =$$

$$= 55933 \cdot (50000 \cdot 566 + 1) \cdot (50000 \cdot 223 - 1) \text{ تقریباً}$$

$$= 55933 \cdot (50000 \cdot 566 + 1) \cdot (50000 \cdot 223 - 1) \text{ تقریباً}$$

بالآخر ہم یہ لکھ سکتے ہیں کہ

$$55933 \cdot (50000 \cdot 566 + 1) \cdot (50000 \cdot 223 - 1) = 8$$

یعنی ۵۵۹۳۳ = ۸

اوپر کی مثال میں دباؤ ڈائین فی مربع سمر میں حسب ذیل حاصل ہوگا:-

$$D = 8 \text{ شج ڈائین فی مربع سمر}$$

$$55933 \cdot 50000 \cdot 566 \cdot 18 \cdot 18 = 981518$$

(۹۸۱۵۱۸ ج کی قیمت لندن میں ہے) -

$$= 100960 \text{ ڈائین فی مربع سمر}$$

یا ۱۰۰۹۶۰ ڈائین فی مربع سمر
بجائے ۸ - کڑھ ہوائی کے دباؤ کی تعیین
مطلق اکائیوں میں

بلندی پر ہو۔ اور اس سے لگے ہوئے تپش پیا کے ذریعے سے باریچا کی
تپش کا مستادہ کرو۔ حسب مثال مندرجہ بالا تپش کی تصحیح کر کے کڑھ ہوائی کا
دباؤ ۱۰۰ ہر پارے کی بلندی سمر میں دریافت کرو۔ اور اس سے
دباؤ کی قیمت مطلق اکائیوں میں محسوب کرو۔

تپش کی تصحیحی جدول — سے ۲۵ مئی تک کی
ہر تپش برجس تصحیح کی ضرورت ہوتی ہے مندرجہ بالا طریقے سے اس کو
دریافت کر کے جدول کی شکل میں مرتب کر کے حوالے کے لئے باریچا
کے برابر لگا دو۔ اگر یہ تصحیحیں باریچا کی بلندی ۷۶۰ سمر فرض کر کے

محسوب کی گئی ہیں تو بغیر کسی پیچیدگی کے ان تصویموں کا اطلاق بار پیمیا کی تمام معمولی درجہ خوانیوں پر کرنا کافی طور سے صحیح ہوگا۔ کسی تپش پر تصحیح کرنے کا ضابطہ — بعض اوقات تصحیح حسب ذیل شکل میں ظاہر کی جاتی ہے: — بار پیمیا کی درجہ خوانی کے بعد اس میں سے ب سم گھٹا لو۔ اور حاصل تفریق سے ہ مئی کے اوپر ہر درجے کے لئے پچھریں سم گھٹا لو۔ مندرجہ ذیل مساوات سے اس شکل کا ضابطہ بغیر زیادہ وقت کے بطور مشق حاصل کیا جاسکتا ہے: —

$$\Delta = \frac{\Delta + \{b - t\}}{a + t}$$

اس سے حسب ذیل مساوات حاصل ہوتی ہے: —
 $\Delta = \{a - b - t\} - (e - b) t$
 اوپر کے ضابطے میں ب' Δ ب' ت' ہے جو تقریباً مستقل مقدار ہے۔ اور اس کی قیمت Δ کی ۷۷ سمر قیمت کے لحاظ سے دریافت کی جاتی ہے۔
 اوپر کے ضابطے میں س' Δ (e - b) ہے یہ بھی تقریباً مستقل مقدار رکھتی ہے۔ اور اس کی قیمت Δ کی قیمت ۷۷ سمر فرض کر کے دریافت کی جاتی ہے۔

۳۔ بندجم کی گیس کا دباؤ

بندجم کی گیس کے دباؤ کی پیمائش عموماً پارے دار لانا نلی کے ذریعے سے ہوتی ہے۔ اس نلی کے ایک منہ کا اس بندجم سے تعلق کیا جاتا ہے جس کے اندر کے دباؤ کی پیمائش مد نظر ہے۔ اور دوسرا سیرا کر فہ ہوائی میں کھلا رہتا ہے۔
 لانا نلی کی دونوں ساقوں میں پارے کی بلندیوں کا

فرق بندجم کے اندر کے دباؤ اور اس کے باہر ہوائی کے
بیس و نی دباؤ کا فرق بتاتا ہے۔

پس اگر بندجم س کے اندر دباؤ د (سم پرارے کی بلندی) ہو۔
اور کمرہ ہوائی کا دباؤ (بار پیمائی کی بلندی) لا ہو تو د اور لا کا باہمی رشتہ
حسب ذیل ثابت ہوتا ہے:-

$$د = لا + (ب - ا) \text{ (شکل ۱۱۱ ملاحظہ ہو)}$$

اگر نقطہ ب نقطہ ا کے نیچے ہو تو (ب - ا) منفی مقدار ہے۔
اس لئے دباؤ د لا سے کم ہوگا۔

اگر خواہش ہو تو مندرجہ بالا جملہ اس صورت کے لحاظ سے حسب
ذیل لکھا جاسکتا ہے:-

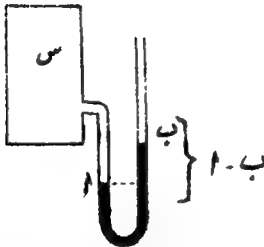
$$د = لا - (ا - ب)$$

یہ دونوں جملے جبر و مقابلہ کے نقطہ نظر سے ایک ہی ہیں۔
اور دونوں کی شکلیں بالکل عام ہیں۔

بعض دفعہ جب بار پیمائی کی بلندی پڑھنے سے اجتناب منظور
ہو تو سطح ب کا تعلق خلا سے کر دیا جاتا ہے۔ اس صورت میں

$$د = ب - ا$$

مگر یہ طریقہ شاذ و نادر استعمال کیا
جاتا ہے۔



شکل ۱۱۱ - دباؤ کی پیمائش

جب نلی ب ہوا میں کھلی
ہو تو بندجم س کے اندر
کے دباؤ کی پیمائش محسوب
کرنے کے لئے سب

سے پہلے یہ ضروری
ہے کہ بائرس پیمائی کی بلندی پڑھ
لی جائے اور ب اور ا کی

سطحوں کے درمیان کا فاصلہ دس یا فٹ کر لیا جائے۔ اس
ہدایت کو خاص طور سے ماحوظِ مناظرہ رکھا جائے۔ اگر
دورانِ تجربہ میں بار سپا کی بلندی بدل جائے تو مقدار کا کی قیمت مختلف
اوقات کی درجہ خوانیوں میں مختلف ہوگی۔

اگر تجربے میں غایت درجے کی صحت مقصود ہو تو بار سپا کو
ب اور ۲ کے ہر مشاہدے کے بعد فوراً پڑھ لینا چاہیے۔ بہر حال گیسوں
پر ہر تجربے کے قبل اور بعد بار سپا پڑھ لینا چاہیے اور بار سپا کی ان
دو درجہ خوانیوں میں جو فرق ہو اس کو مشاہدات پر عملی الترتیب
تقسیم کر دو۔

۴۔ سکلیہ بائیل کی تصدیق

سکلیہ بائیل کی تصدیق کے لئے (صفحہ ۲۶۶) گیس کی ایک
مقدار شیشے کی ایک نلی میں بند کر دی جاتی ہے اور اس گیس اور خارجی
کروہ ہوائی کے بیچ میں پارا حائل رہتا ہے۔ یہ پارا ایک ایسی پچھلے درجہ
کی نلی میں رہتا ہے جس کا ایک سراندر کورہ بالا گیس دار نلی سے ملحق ہوتا
ہے۔ اور دوسرا سراندر شیشے کی ایک اور نلی میں لگا رہتا ہے اور اس نلی میں
کروہ ہوائی میں گھلی ہوئی پارے کی سطح دیکھی جاسکتی ہے۔ یا اس کی بجائے
ایک دوسرا طریقہ اختیار کیا جاسکتا ہے۔ یعنی ان دونوں شیشے کی نلیوں کے
دو سرے پھیلا کر ایک دوسرے میں جمادئے جاتے ہیں۔ اور ان دونوں
کا احاطہ ایک متحرک حوضک کے ساتھ کیا جاتا ہے۔ جیسا شکل ۷۷ سے
واضح ہے۔

اس آلے کی سب سے عمدہ شکلوں میں نلی جس میں زیر تجربہ
گیس رکھی جاتی ہے مکعب سمروں میں درجہ بند ہوتی ہے۔ ڈاٹ کی انتہا تک
تیسری ہوئی ظرف تک اس مقصد کے لئے کارآمد ہے۔ اگر اس قسم کی ظرف تک
دستیاب نہ ہو تو اس کے بجائے شیشے کی چھٹے بند سرے کی نلی جس کا سوراخ

تمام ہوا راند یکساں ہو استعمال کی جاسکتی ہے۔ اس نلی میں مقدار گیس اس شکل کے متناسب ہے جو چپٹے سرے اور پارے کی سطح کے درمیان واقع ہے۔

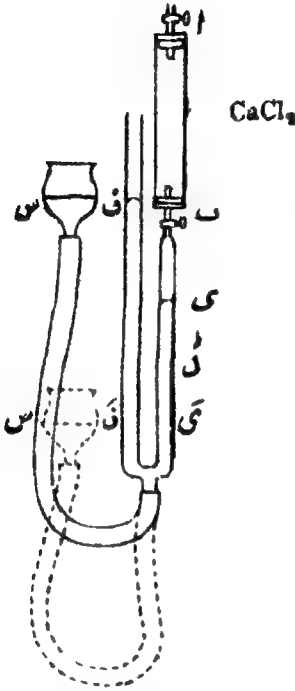
ظرفک دار آلے کی ترتیب اور درجہ خوانی مندرجہ بالا آسان شکل کی نلی کے مقابلے میں زیادہ سہل ہے۔ اگر زیادہ احتیاط مد نظر ہو تو اس میں ایک خشک کرنے کی نلی لگادی جائے تاکہ ظرفک کی ڈاٹ بند کرنے سے پہلے اس میں ہوا (یا کوئی اور گیس جو زیر تجربہ ہو) بالکل خشک ہو جائے۔

یہ ضروری ہے کہ ڈاٹ نہایت ٹھیک طور سے بند کی جائے ورنہ زیادہ دباؤ کے تحت میں نلی سے ہوا باہر نکلنے لگیگی۔ اور اس وجہ سے زیر تجربہ گیس کی مقدار بدل جائیگی۔ لہذا نکل درجہ خوانیاں ناقص ہو جائیں گی۔

تجربہ ۴۷۔ سُکلیہ بائیل کی تصدیق (آلہ ۷)۔

اس قسم کے آلے کا استعمال حسب ذیل طریقے سے ہوتا ہے:-
ڈاٹ ۲ اور ب دونوں کو پہلے کھول دیتے ہیں۔ اور حوضک س کو اُدنچا کر کے پارا ڈاٹ ب تک چڑھا دیا جاتا ہے۔ حوضک س کو پھر نیچے کر کے ان ڈاٹوں میں سے ہوا کو داخل ہونے دیتے ہیں۔ یہاں تک کہ ظرفک ڈ تک ہوا سے پُر ہو جائے۔ ب اور ڈ کے بیچ میں تقریباً ۳ مکعب سمر ہوا کو داخل ہونے دینا چاہیے۔

ڈاٹ ۲ بند کردی جاتی ہے اور حوضک س کو پھر اُدنچا کر کے ہوا کو خشک کرنے والی نلی میں واپس کیا جاتا ہے یہاں تک کہ پارا ب تک پہنچ جائے۔
ہوا کو ۲ اور ب کے بیچ میں چند منٹ تک



شکل ۱۰۰۔ ٹکیہ بائیل (آلہ س)

رہنے دیا جاتا ہے تاکہ وہ بالکل خشک ہو جائے۔ پھر حوضک میں نیچے اتاری جاتی ہے یہاں تک کہ ظرفک میں پارے کی سطح ڈپر واپس آ جاتی ہے۔ اس عمل سے ب ڈ تقریباً خشک ہوا سے پُر ہو جاتی ہے۔ پھر ب کو بند کر دیا جاتا ہے تاکہ ب اور ڈ کے درمیان ہوا کی ایک خاص مقدار بند ہو جائے۔ اور آلہ تجربے کے لئے اب تیار ہے۔

س کو اوپر نیچے کرنے سے ظرفک میں گیس پر مختلف دباؤ ڈالے جاسکتے ہیں۔ اور گیس کا حجم بدلتا جائیگا یہاں تک کہ گیس کا دباؤ اس دباؤ کے برابر ہو جاتا ہے جو اس پر باہر سے ڈالا جاتا ہے۔

دوسری ٹی (ف) میں پارے کی سطح کی بلندی دہی ہوگی جو حوضک میں کسے پارے کی۔ اس لئے کہ دونوں سطحیں کرویہائی میں مکمل ہیں۔

اگر حوضک کے کسی مقام کے تحت میں بٹلی ٹی میں پارے کی سطح ف ہو اور ظرفک میں ی ہو تو ظرفک کے اندر گیس پر دباؤ حسب ذیل حاصل ہوتا ہے:-

$$\text{دباؤ} = \text{س} + (\text{ف} - \text{ی})$$

جہاں س بار پیمائی کی بلندی ہے۔

ان نلیوں کے ٹھیک پیچھے ایک انتصابی پیمانہ لگا رہتا ہے جس پر سطوح ف اور سی کے مقام کی درجہ خوانی ہوتی ہے۔ اس شکل کے آلے میں کرہ ہوائی کے دباؤ سے کم اور زیادہ دونوں دباؤ کے تحت میں تجربے کئے جاسکتے ہیں۔ بشرطیکہ ظرفک اور بنگلی نلی ہر دو کافی لبان کی ہوں۔ اگر دباؤ زیر تجربہ کرہ ہوائی کے دباؤ سے کم ہو تو مندرجہ بالا سطوح ف اور سی کی بجائے بالترتیب سطوح ف اور سی حاصل ہونگے۔ یہ صورت اس وقت حاصل ہوتی ہے جب جو شک سے اس مقام تک آماری جاتی ہے جس کی توضیح شکل ۷۷۱ میں نقطہ وار لکیروں سے کی گئی ہے۔

یہاں ج اور سی، ب اور سی، وغیرہ کی درمیانی فضا میں حجم ہیں۔

چند مختلف بلندیوں پر ظرفک کو رکھو تاکہ آدھے مشاہدے کرہ ہوائی کے دباؤ سے زیادہ دباؤ کے تحت میں کئے جاسکیں۔ اور آدھے مشاہدے اس دباؤ سے کم دباؤ کے تحت میں۔

ہر تجربے میں ظرفک کے اندر گیس پر مجموعی دباؤ کو محسوب کرو۔ (اس امر کے لئے بار پیمانی کی بلندی پہلے دریافت کرنا ضروری ہے)۔ اور ہر دباؤ کے تحت میں ظرفک کی گیس کا حجم بھی قلم بند کرلو۔ ثابت کرو کہ حاصل ضرب دباؤ \times حجم ہر ترتیب میں ایک ہی ہے۔

اپنے مشاہدات کو حسب ذیل جدول میں مرتب کرو:-

بار پیمانی کی بلندی = ۷۰ = ... سمر

بنگلی نلی ف میں درجہ خوانی	ظرفک سی میں درجہ خوانی	ف-سی	مجموعی دباؤ = ۷۰ + (ف سی) = ۷۰	گیس کا حجم ح	ح
		منظور ہونی چاہئے ان نلیوں کی بلندی میں			

متنبیہ اس کا خیال رہے کہ ف۔ ی اور ہ ایک ہی اکائیوں
س استعمال کئے جائیں۔ یعنی ف۔ ی اور ہ دونوں کی پیمائش سمر
ن ہونی چاہئے۔ ایسا نہ ہونا چاہیے کہ ف۔ ی کی قیمت سمر میں اور
کی قیمت سمر میں لکھی جائے۔

گیس دار نلی کے سرے پر اگر ڈاٹ نہ ہو تو اس میں گیس
سی اور طریقے سے داخل کی جاسکتی ہے۔ اور پھر اوپر کے بیان کے
طابق تجربے کی تعمیل ہو سکتی ہے۔ اگر اس امر کی ضرورت ہو کہ تجربہ
رق ہوائی کے دباؤ سے کم دباؤ کے تحت میں کیا جائے تو پارے کو
اخل کرنے سے پہلے گیس دار نلی کو بہت زیادہ گرم کرنا ہوگا۔

اس صورت میں تجربہ شروع کرنے سے پہلے یہ ضروری ہے کہ
ن کو بالکل ٹھنڈا ہونے دیا جائے۔

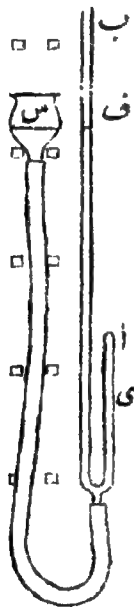
اس طریقے سے نلی میں ہوا کی مقدار کو کم و بیش کرنا کچھ آسان نہیں۔
بر اس کوشش میں علی اکثر ٹوٹ جاتی ہے۔ مبتدی کو ہرگز نہ چاہئے کہ
ن کی کوشش کرے۔

اگر ظرف اور ڈاٹ والا آلہ دستیاب نہ ہو تو گلیڈ کی تصدیق کے لئے
نراوقات یہ قابل ترجیح ہے کہ نلی میں ہوا کی مقدار مندرجہ بالا طریقے سے
م و بیش کرنے کی بجائے دو الگ الگ آلے (کرؤ ہوا کے دباؤ سے
بازہ دباؤ کے لئے اور دوسرا اسی دباؤ سے کم دباؤ کے لئے) استعمال
کئے جائیں۔ اگر ظرف اور ڈاٹ والا آلہ بھی دستیاب ہو۔ پھر بھی
ن دو مختلف شکلوں کے آلے کا استعمال فائدے سے خالی
میں۔ کیونکہ دو ایسے مختلف شکلوں کے آلوں کے استعمال سے دباؤ
کے مجموعی اختلاف کا اظہار زیادہ ممکن ہو جاتا ہے بہ نسبت اس
ب ہی شکل کے آلے کے استعمال سے جس کا ذکر اوپر ہو چکا
ہے۔ اور اس طرح سے گلیڈ ہوا کی تصدیق دباؤ کے تجربات کی ایک
یادہ بڑی سہولت تک ہو جاتی ہے۔ مزید برآں طالب علم بھی

مختلف اشکال کے آلوں سے جو گھسی دباؤ کی پیمائش میں استعمال کئے جاسکتے ہیں واقف ہو جاتے ہیں۔

تجربہ ۲۰۔ کلیمہ بائیل کی تصدیق۔ آلہ ۲۔
(کرہ ہوائی کے دباؤ سے زیادہ دباؤ کے تحت
میں)۔ آدزیر بحث کلیمہ بائیل کی تصدیق کے لئے اس وقت
استعمال کیا جاتا ہے جب دباؤ کرہ ہوائی کے دباؤ سے زیادہ
ہوتا ہے۔

ہوا جس پر تجربہ کیا جاتا ہے شیشے کی نلی ۱ میں رکھی جاتی
ہے۔ اس نلی کے نیچے کے حصے کا پارے کی ایک حوضک
میں اور ایک دباؤ نلی ب سے تعلق ہے۔ (۱ میں گیس کی خاص
مقدار پر دباؤ) = (کرہ ہوائی کا دباؤ) + (۱ اور ب میں پارے کی



سطحوں کی بلندیوں کے فرق کے سبب
سے دباؤ)۔ کرہ ہوائی کا دباؤ بار پیمائش
کے ذریعے سے دریافت ہو سکتا ہے۔
فرض کرو کہ یہ دباؤ ۱۰ سم پارے کا ہے۔
گیس کا حجم فصل ای کے متناسب تصور
کیا جاسکتا ہے۔ اور اس فصل کی پیمائش
آئے سے لگے ہوئے پیمائش سے ہوتی ہے۔
اگر ہم حوضک کو اونچا کریں۔ ۱ میں ہوا
پر دباؤ بڑھ جائیگا۔ اور ہوا کا حجم گھٹ جائیگا۔
دباؤ = کرہ ہوائی کا دباؤ + دباؤ جو پارے
کا ستون ف ی ڈالتا ہے۔

یعنی $د = ہ + (ف - ی)$
نیا حجم ح کے برابر ہے۔ اور یہ
ای کے متناسب ہے۔

نسل عیسائی۔ کلیمہ بائیل (آلہ ۲)

اسی طرح پارے کے حوضک کے مختلف مقامات کے لحاظ سے د اور ح کی قیمتیں دریافت کرو اور حاصل ضرب (د x ح) کی قیمتیں محسوب کرو۔ اگر کلیہ بائیل کی پابندی ہو رہی ہو تو یہ قیمتیں مستقل ملینگی۔

نتیجوں کو جدول کی شکل میں مرتب کرو جس طرح آلہ ۱ صفحہ ۲۵۵ کے بیان میں بتایا جا چکا ہے۔

دباؤ کو معین اور حجم کو فصلہ مان کر ایک معنی تیار کرو۔ تیار شدہ معنی قائم زیادہ کی شکل کا ہونا چاہئے۔

تجربہ ۱۔ کلیہ بائیل کی تصدیق۔ آلہ ۱۔

(کرہ ہوائی کے دباؤ سے کم دباؤ کے تحت) یہ تیسری قسم کا

آلہ کلیہ بائیل کی تصدیق کے لئے اس

غرض سے استعمال کیا جاتا ہے کہ ہم

کرہ ہوائی کے دباؤ سے کم دباؤ کے تحت

ایک بڑی سمت تک تجربہ کر سکیں۔

سادہ شکل میں یہ آلہ ایک شیشہ

کی ہموار نلی پر مشتمل ہے جو پارے سے

بھری ہوئی لوہے کی نلی کے اندر اوپر نیچے

متحرک کی جاسکے۔ لوہے کی نلی کا بالائی

سر چوڑے پیالہ کی شکل کا ہے۔ سرے

کی ایسی شکل کی وجہ سے اندرونی نلی

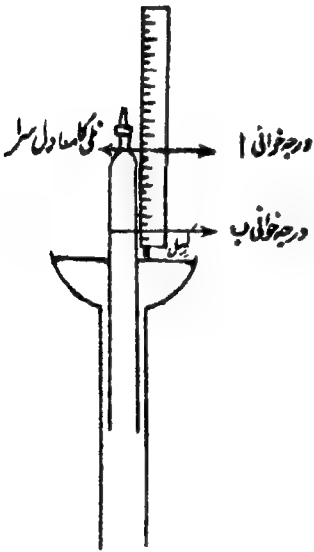
لوہے کی نلی کے اندر نہ صرف ایک

بڑی حد تک اتاری اور چڑھائی جاسکتی

ہے بلکہ اس عمل سے پارے کی خارجی

سطح کی بلندی میں کوئی مستند بہ فرق

نہیں ہوتا۔



شکل ۱۔ کلیہ بائیل (آلہ ۱)

اندرونی شیشہ کی نلی میں گیس کا دباؤ کرہ ہوائی کے دباؤ سے بمقدار

اُس دباؤ کے کم ہے جو پارے کے اُس استوانہ سے پیدا ہوتا ہے جس کی بلندی خارجی اور اندرونی پارے کی سطحوں کا درمیانی فاصلہ ہے۔

اس بلندی کی پیمائش کے لیے انضباطی پیمانہ سے لگی ہوئی باریک کیل اس طرح مرتب کی جاتی ہے کہ اُس کی نوک خارجی پارے کی سطح کو عین چھوتی رہے (دیکھئے) ہو شکل ۱۔ اندرونی پارے کی سطح کی بلندی درجہ خوانی ب اور کیل کے طول (لاہر) کے مجموعے سے حاصل ہوتی ہے اور یہ مقدار وہ ہے جو نلی کے اندر ہوا کے دباؤ میں کڑھ ہوائی کے دباؤ سے کمی بتاتی ہے۔

اگر نلی کا سوراخ یکساں ہو تو اُس میں گیس کا حجم نلی کے اُس طول کا متناسب ہے جہاں تک گیس ہے۔

ثبات کے نیچے نلی کی گردن پر ایک نشان لگادیا جاتا ہے۔ یہ نشان نلی کے دو متبادل سرے کی تعبیر کرتا ہے یعنی یہ نشان وہ نشان ہے جہاں نلی کا سہا، نلی کے سوراخ کے یکساں ہونے کی حالت میں ہوتا اور نلی کا حجم

وہی ہوتا جو حقیقی حجم ہے۔ اندرونی پارے کی سطح اور نشان مذکور کا درمیانی فاصلہ، نلی میں گیس کے حجم کے متناسب ہے۔

شیشہ کی نلی کی ڈاٹ کھول کر نلی کو پارے میں یہاں تک اتار دیکھو کہ نلی کا سر خارجی پارے کی سطح سے تقریباً ہر سمت برابر رہے۔ احتیاط سے ڈاٹ کو بند کرو۔ بند کرتے وقت اُس کو اس طرح

گھماؤ کہ وہ اندر کی طرف آہستہ آہستہ دیتی رہے۔ اور دوران تجربہ میں اُس کو دوبارہ ہاتھ نہ لگاؤ ورنہ نلی میں اور ہوا داخل ہو جانے کا خدشہ رہیگا اور اس وجہ سے گیس زیر تجربہ کی مقدار بدل جائیگی۔

اب نلی کی ہوا کا دباؤ ذکرہ ہوائی کے دباؤ کے برابر ہے۔ کیل لگے ہوئے میز پیمانے کو اس طرح مرتب کرو کہ کیل کی نوک خارجی پارے کی سطح کو چھوتی رہے اور نلی کے متبادل سرے کے برابر پیمانہ کی درجہ خوانی دریافت کرو۔

نلی کو یہاں تک اونچا کرو کہ اندرونی پارے کی سطح میٹری پیمانہ کے صفر سے کچھ اوپر رہے۔ اور کیل کو اس طرح مرتب کرو کہ اس کی نوک خارجی پارے کی سطح کو عین چھوتی رہے۔ اس کے بعد پیمانہ پر، نلی کے متبادل سرے کے بخاؤی درجہ خوانی ۱ کو ٹکبند کرید اور اندرونی پارے کی سطح کی بلندی ب بھی دریافت کرد۔ نلی کو متعدد مرتبہ چند سمر اوپر اٹھا اٹھا کر ۱ اور ب درجہ خوانیوں کو دہرائو مگر اس امر کا لحاظ رکھا جائے کہ کیل کی نوک ہر پیمائش میں باہر جی پارے کی سطح کو عین چھوتی رہے۔

بجربہ کو اس وقت تک جاری رکھو کہ نلی کو اور اوپر اٹھانے سے پیاسے میں کچھ پارا باقی نہ رہے۔

تجربوں کے کم سے کم چھ سلسلے مشاہدہ کئے جائیں اور جن دباؤں کے تحت تجربے کئے جائیں، ان نسب پر مشاہدات ہموارانہ منقسم رہیں۔

نلی کو دوبارہ اس ابتدائی مقام تک پارے میں اتارو جس پر پہلی درجہ خوانیاں لی گئی تھیں۔ اگر اس وقت درجہ خوانیاں پہلی درجہ خوانیوں کے مطابق نہ ہوں تو یہ ضرور ہے کہ ڈاٹ کے بند کرنے میں کسی نقص کی وجہ سے کچھ ہوا داخل ہو گئی ہو۔ اس صورت میں ڈاٹ کو ٹھیک طور سے پھر ہوا بند کر کے تجربے کو دہرائنا چاہیے۔

بار پیماکو پڑھ کر کرہ ہوائی کے دباؤ کو پارے کے سفنی میٹروں میں ظاہر کرو۔

مشاہدات کے نتائج کو مفضلہ ذیل جدول کی شکل میں مرتب کرد۔

کیل کا طول لا = سمر

درجہ خوانی ۱	درجہ خوانی ب	دباؤ د = کرہ ہوائی۔ (ب+لا)	مجموعہ ج = ۱۰۔ (ب)	ح د

دباؤ اور حجم کا منحنی تیار کرو۔ اس منحنی کو قائم زائد ہونا چاہئے۔
 اس طریقہ سے سکلیہ بائیل کی تصدیق ممکن ہے۔ یعنی اس امر کی تصدیق
 کہ کسی خاص مقدار کی گیس کا حجم دباؤ کے ساتھ تناسب معکوس رکھتا ہے بشرطیکہ
 تپش مستقل رہے۔

فصل بازیدہم

سطحی تناؤ

۱۔ سطحی تناؤ کی تعریف

ماٹع کی سطح اپنے ہر مقام پر اس طرح عمل کرتی ہے گویا کہ وہ تناؤ کی حالت میں ہے۔ اس کی تشریح کے لئے ربڑ کی تنی ہوئی جھلی بطور تشبیہ اکثر پیش کی جاتی ہے۔ مگر اس تشبیہ میں یہ اہم فرق قابلِ محاط ہے کہ اگر ربڑ کی جھلی تانی جائے تو جھلی کی سطح میں کسی خط پر تناؤ کا عمل جھلی کے بڑھاؤ کے ساتھ ساتھ زیادہ ہوتا جاتا ہے، مگر ماٹع کی سطح میں اس تناؤ کی زیادتی اس طرح واقع نہیں ہوتی۔

ماٹع کی سطح میں کسی فرضی خط کے اکائی طول پر علی القواہم عمل کرنے والا تناؤ (ڈائنوں میں) ماٹع مذکور کا سطحی تناؤ کہلاتا ہے۔

سطحی تناؤ نہ صرف ماٹع کی نوعیت پر منحصر ہے بلکہ اُس کی سطح کی دوسری جانب کے واسطہ پر بھی موقوف ہے۔ یعنی ہوا سے مس کرتے ہوئے پارے کی سطح کا سطحی تناؤ پانی سے مس کرتے ہوئے پارے کی سطح کے سطحی تناؤ سے بالکل مختلف ہے۔ اگر پارا، پوٹاشیم ڈائی کرومیٹ (Potassium Dichromate) کے

ہلکے محلول میں رکھا جائے تو اس محلول کا اثر پارے کے سطحی تناؤ پر بہت نمایاں ہوگا۔ اس صورت میں پارا، اپنا پارہ کھودیتا ہے اور اُس میں ایک ایسی سستی پیدا

ہو جاتی ہے جو اس کی اس سیلانیت سے بالکل مختلف ہے جبکہ وہ ہوا سے مس کرتا ہے۔
لہذا جس وقت ہم مائع کے متعلق سطحی تناؤ کا لفظ استعمال کرتے ہیں تو یہ
سمجھنا چاہئے کہ ہمارا مقصد اس سطحی تناؤ سے ہے جو مائع اور ہوا کی مشترک سطح میں
پیدا ہوتا ہے۔

۲۔ سطحی تناؤ کے اثرات شعریت

جب کبھی کوئی باریک نلی کسی مائع سے بھری جائے اور اس کا نیچے کا سر
اسی مائع سے بھرے ہوئے بڑے برتن میں ڈبو دیا جائے تو پہلے کچھ مائع نلی میں سے نیچے بہ جائے گا
اور آخر کار برتن کے مائع کی سطح سے اوپر، نلی میں مائع کا قابل پیمائش ستون رہ جائیگا
مائع کے سطحی تناؤ کی وجہ سے نلی اس ستون کو سہارے رکھتی ہے اور یہ سطحی
تناؤ اس کی لمبائی اور نلی کے ابعاد کے ذریعہ متعین ہوتا ہے۔
فرض کر دو کہ نلی کا نصف قطر ص سمر ہے اور مائع کا سطحی تناؤ σ ڈائن
فی سمر ہے۔ اس خط کے علی القوائم جہاں نلی مائع کی سطح سے مس کرتی ہے، ایک قوت
ت ڈائن فی سمر عمل کرتی ہے۔



شکل ۱۵۰
سطحی تناؤ کی وجہ سے قوت

یہ قوت مائع کی سطح سے پیدا ہوتی ہے اور اس سطح
کے خط تماس کے علی القوائم عمل کرتی ہے۔ لہذا اگر اس خط پر مائع
ن سطح کا خط تماس، نلی کے پہلو سے زاویہ θ بنائے (شکل ۱۵۱)
بہمیں ت ڈائن فی سمر کی ایک ایسی قوت ملتی ہے جس کی
سمت عمل انتصابی خط سے زاویہ θ بناتی ہو۔

پورے خط پر، جس کا طول $2\pi r$ ص ہے، عمل کرنے والی قوت $2\pi r \sigma \cos \theta$ ص
دگی مگر اس قوت کی سمت عمل تمام نقطوں پر انتصابی خط سے بقدر زاویہ θ مائل ہے

اس لئے قوت کا صرف انتصابی جزو تحلیل عمل کریگا اور تمام افقی اجزاء متعادل ہونگے اس لئے نلی کے خط تماس کے علی القوائم مانع ایک ایسی قوت سے نلی پر عمل کریگا جس کی مقدار ۲۲ ص ت جم عہ اور سمت عمل نیچے کی طرف ہوگی۔

چونکہ عمل اور رد عمل آپس میں مساوی اور متضاد ہوتے ہیں اس لئے نلی بھی مانع پر متذکرہ بالا قوت سے اوپر کی طرف عمل کریگی۔ یعنی نلی مانع پر اوپر کی طرف خط تماس کے علی القوائم، مجموعی قوت بقدر ۲۲ ص ت جم عہ ڈاؤن ڈالیگی۔ اور یہی قوت نلی میں چڑھے ہوئے مانع کے ستون کے وزن کو سہارے رہتی ہے اس لئے اگر ہمیں اس ستون کا وزن معلوم ہو جائے تو قوت مذکورہ بالا کا تعین ہو جائیگا۔ چڑھے ہوئے ستون کا وزن — مانع کی ہلالی سطح کے قاعدے تک یہ ستون، اسطوانی شکل کا ہے۔ اس قاعدے کے اوپر ہلالی حصہ کا حجم تقریباً نصف قطر کے نصف کرہ کے اور اس کے خائط مستوانے کے جموں کا فرق ہے۔

اگر ہلالی سطح کا پینڈا مانع کی خارجی آزاد سطح سے ف بلندی پر ہو تو
چڑھے ہوئے ستون کا حجم = ۲ ص ف + (۲ ص ۲ - ۲ ص ۲) (۲ ص ۲)
= ۲ ص (ف + ۲ ص)

اگر ف + ۲ ص کو ف سے تعبیر کیا جائے تو
چڑھے ہوئے مانع کے ستون کی کمیت ۲ ص ف ت، اور اس کا وزن ۲ ص ف ت ج ڈاؤن ہوگا۔ جہاں ت مانع کی کثافت ہے اور ج اسراع بوجہ جاذبہ زمین۔

اس لئے ۲ ص ت جم عہ = ۲ ص ف ت ج
یعنی ت = $\frac{۲ ص ت جم عہ}{۲ ص ف ت ج}$

ان تمام مائع کے لئے جن سے نلی کی سطح بھیگ جاتی ہے عہ۔۔
اور اس لئے جم عہ = ا۔ لہذا اس صورت میں

ت = $\frac{۲ ص ف ت ج}{۲}$



بارے کی خاصیت اس امر میں جداگانہ ہے جو قابل ذکر ہے۔ یہ سطح کو نہیں جھکوتا اور چونکہ اس میں عم کی قیمت ۰ سے زیادہ ہوتی ہے اس لئے حجم منفی ہے۔ اور حجم کی اس منفی قیمت کی وجہ سے پارے میں ف منفی رہتا ہے۔ یعنی پارہ بجائے اوپر چڑھنے کے نلی میں برتن کی خارجی سطح سے نیچے اترتا ہے۔

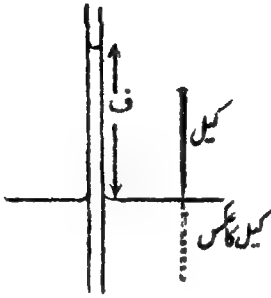
شکل نمبر ۱۰۰ سطحی تناؤ کے اثرات

جنس بھروسے۔ شعری نلی میں پانی کے چڑھاؤ سے سطحی تناؤ کی تعیین۔ ایک شعری نلی کو پہلے کاوی سوڈے سے صاف کر دو اور اس کے بعد نائٹرک ترشہ سے۔ اور پھر زیادہ پانی سے خوب صودو یہاں تک کہ نلی میں ترشہ کا کوئی شائبہ باقی نہ رہے۔ اس نلی کو پتلے شیشے کے پانی سے بھرے ہوئے ایسے مقدار سے میں رکھو جس کی دیواریں انتصابی ہوں۔ پھر نلی کو پانی میں اس قدر نیچے اتارو کہ تمام نلی پانی سے پر ہو جائے۔ بعد ازاں نلی کو اوپر اٹھاؤ یہاں تک کہ نلی میں پانی کا ستون قائم ہو جائے۔ کشید کئے ہوئے پانی کے بہ نسبت معمولی پانی کا استعمال قابل تزیج ہے کیونکہ کشید کئے ہوئے پانی کی سطح پر اکثر چکنائی موجود رہتی ہے۔

مائع کے ستون کی بلندی کی پیمائش۔ تقیسی پرکار کے

ذریعہ ستون کی بلندی براہ راست اس طرح دریافت ہو سکتی ہے کہ اس کی ایک نوک برتن میں پانی کی خارجی سطح پر اور دوسری نوک ہلالی سطح کے سبب ترین نقطہ پر رکھی جائے۔ مگر اکثر اوقات اس امر کے لئے ارتفاع پیمائش میں استعمال کی جاتی ہے۔ خردین کو پہلے اس طرح مرتب کرو کہ اس کا افقی تار نلی میں پانی

لے کاوی سوڈے کے استعمال کی غرض یہ ہے کہ نلی سے چکنائی دور ہو جائے۔ ترشہ سوڈے کے بعد اس لئے استعمال کیا جاتا ہے کہ وہ بہ مقابلہ سوڈے کے آسانی پانی سے دھل جاتا ہے۔



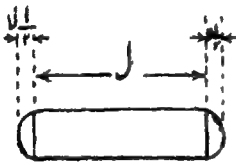
کی ہلالی سطح سے مس کرتا ہوا نظر آئے۔ اور پھر اُس کو یہاں تک نیچے اتار کر اس طرح مرتب کرو کہ ایک ایسی کیل کی نوک جو پانی کی سطح کے بہت ہی قریب ہو مگر اُسے چھوئی نہ ہو، خردین کے میدان منظر میں اس طرح آجائے کہ اُس کا افقی تار، اس نوک اور پانی میں اُس کے عکس کے عین وسط میں نظر آئے۔

شکل ۱۱۰: شعری نلی میں مانع کا چڑھنا

اُس انتصابی فاصلہ کی پیمائش جہاں تک ان دونوں مقاموں کے درمیان خردین کو اتارنا پڑتا ہے، خردین کے استادہ سے لگے ہوئے پیمانہ کے ذریعہ ہوتی ہے۔ اور اس طرح ف کی صحیح قیمت حاصل ہو جاتی ہے۔

نلی کے سوراخ کی پیمائشیں۔ نلی کے سوراخ کی پیمائش کے لئے پہلے

نلی کو خشک کر کے اُس میں صاف پارا پڑھایا جاتا ہے۔ اس کے بعد نلی کے اندر پارے کی ڈوری کا طول ناپ لیا جاتا ہے۔ پھر اس پارے کو معلوم وزن کی پیالی میں ڈال کر اُس کا وزن دریافت کر لیا جاتا ہے۔ پارے کی کیت سے نلی کا نصف قطر محسوب کیا جاسکتا ہے بشرطیکہ پارے کی کثافت معلوم ہو۔



شکل ۱۱۱: پارے کا ڈورا

پارے کی ڈوری کے مادہ کی کیت = $\frac{W}{L \times \rho}$

جہاں ρ پارے کی کثافت اور L پارے کی ڈوری کا طول ہے۔ ڈوری کے طول کی پیمائش کے وقت یہ معلوم ہو گا کہ پارے کے سرے چپے نہیں بلکہ ابھرے ہوئے ہوتے ہیں۔ اگر پارے کی ڈوری کے اسٹو انی حصے کا طول L ہو اور وہ ابھرے ہوئے حصوں کا مجموعی طول Δ ہو تو پارے کی ڈوری کا

جسم ہوگا:-

۲ ص ۱ ل + ۲ ص ۲ لا
دوسری رقم کی قیمت اس مفروضہ پر حاصل کی گئی ہے کہ دوری کے دونوں ابھرے
ہوئے سرے نصف ناقص بنائیں۔

پس پارے کا حجم
۲ ص ۱ ل + ۲ ص ۲ لا ہے۔

صفحہ ۲۹ کے ضابطہ میں [ل + ۲ ص ۲ لا] کو ل سے تعبیر کیا گیا ہے۔

نئی کے نصف قطر کی پیمائش کا ایک اور طریقہ یہ ہے کہ نئی کو اس
جگہ پر سے عموداً کاٹ دیا جاتا ہے جہاں مانع کی ہلالی سطح قائم تھی۔ اس
عمودی تراش کو اس طرح اٹھا کر رکھتے ہیں کہ وہ مستحکم خردبین میں نظر آئے۔
سوراج کے قطر کی پیمائش خردبین کے چشمہ کی ماسکی سطح میں رکھے ہوئے
خردہ پیمانہ کے ذریعہ کی جاتی ہے۔ اس خردہ پیمانہ کی تعبیر کسی معیاری پیمانہ کو
اسی خردبین سے دیکھ کر کی جاتی ہے۔ خردبین کے ذریعہ یہ دیکھا جاتا
ہے کہ خردہ پیمانہ کے کتنے درجے معیاری پیمانہ کے ایک ملی میٹر کے ساتھ
منطبق ہوتے ہیں۔ مگر اس امر کے مشاہدہ کرنے میں اس بات کا خیال
رہے کہ نئی کے قطر کے مشاہدہ کرنے میں خردبین کی جو ترتیب تھی اس
میں کسی قسم کی تبدیلی نہ ہونے پائے (ملاحظہ ہو صفحہ ۳۶)۔

پارے کی دوری کے ذریعہ نصف قطر کی پیمائش کا طریقہ
خردبین کے طریقہ سے کہیں زیادہ صحیح ہے۔ پارے کی دوری کی لمبائی
نئی کے مختلف مقامات پر دریافت کر کے اس کا اندازہ ہو سکتا ہے کہ کیا
نئی کا سوراج تمام کیساں ہے یا نہیں۔ اس امر کا امتحان تجربہ شروع
کرنے سے پہلے ہی کر لینا چاہئے۔ اگر نئی میں مستحکم ناہمواری ہو تو
نئی کو تجربہ سے خارج کر دینا چاہئے۔

مختلف سوراج کی کم سے کم تین نلیوں پر تجربے کرنے چاہئیں۔ اور یہ ثابت

کرنا چاہیئے کہ ف نصف قطر ص کے ساتھ تناسب معکوس رکھتا ہے۔
اگر پانی کے علاوہ کوئی اور مائع استعمال کیا جائے تو سطحی تناؤ ت محسوب کرنے سے قبل اُس کی کثافت دریافت کر لینی چاہئے۔

منحنی سطحوں کی وجہ سے دباؤ

صابون کے بلبے کے اندر دباؤ۔ صابون کے بلبے کے اندر کا دباؤ گروہائی کے دباؤ سے بقدر ایک چھوٹی مقدار کے زیادہ ہے۔ بلبے کے بالائی نصف کرہ کے تعادل پر غور کرو۔ دباؤ کی زیادتی د اس نصف کرہ پر عمل کرتی ہے اور اس میں اوپر کی طرف ایک حاصل قوت پیدا کرتی ہے جس کی مقدار ۲ ص ہے۔ اور اس قوت کا یہ تقاضا ہوتا ہے کہ بلبے کے بالائی اور زیریں دونوں نصف کرے ٹوٹ کر ایک دوسرے سے الگ ہو جائیں۔



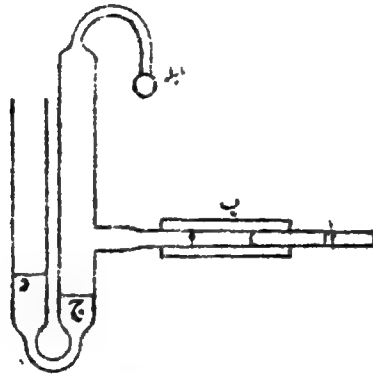
شکل ۱۹۔ صابون کے بلبے کے اندر دباؤ

دونوں نصف کرے سطحی تناؤ کی قوتوں سے آپس میں ملے رہتے ہیں۔ یہ تناؤ وہ قوتیں ہیں جو خط تماس کے گرد بلبے کی جھلی کی دونوں سطحوں پر عمل کرتی ہیں۔ بلبہ پھیلتا جاتا ہے یہاں تک کہ سطحی تناؤ کی قوتیں اور بلبے کو توڑنے والی قوت ۲ ص آپس میں متعادل ہو جائیں۔

نصف کرے کے درمیان ہر سطح میں خط تماس کی لمبائی ۲ ص ہے۔ چونکہ جھلی کی سطحیں دو ہوتی ہیں اس لئے نصف کرے کو ملے رکھنے کے لئے سطحی تناؤ کی وجہ سے جو مجموعی قوت درکار ہے اُس کی قیمت ۲ (۲ ص ت) ہے۔

لہذا ۲ ص ت = ۲ ص

یا تجربہ ۷۔ صابون کے محلول کے سطحی تناؤ کی تعیین
بلبلے کے اندر کے دباؤ سے شکل ۱۱ میں شیشے کی سلاخ
انکو آٹے کے پہلو میں لگی ہوئی برکی نلی ب بس آہستہ آہستہ
دھکیل کر آٹے کے سرے پر ایک جھوٹا ابلہ بناؤ۔



شکل ۱۱۔ بلبلوں کے اندر دبی دباؤ کا آلہ

ایک ایسی مخروطی بن کے ذریعہ جس میں اُفتی اور انتصابی پیمانے
لگے ہوں، بلبلے کا اُفتی قطر دریافت کرو۔ پہلے اُفتی پیمانے کے ذریعہ
اُفتی قطر ناپنے کے لئے مخروطی بن کو اس طرح متحرک کرو کہ اُفتی کا
انتصابی متقاطع نار بلبلے کے خیال سے پہلے ایک طرف، اور پھر دوسری
طرف مَس کرے۔ مخروطی بن کی ان دو وضعوں کا درمیانی فاصلہ اُفتی
قطر کے برابر ہوگا۔ اب متحرک مخروطی بن کے انتصابی پیمانے کی مدد سے
نلیوں میں اور د میں پانی کی بلند یوں کا فرق ف دریافت کرو
تو بلبلے کے اندر کُہ ہوائی کے دباؤ سے زیادتی دباؤ

$$د = ف \cdot ج \cdot دامن \cdot فی \cdot مربع \cdot سمر$$

جہاں ف لانا نلی کے خدار حصے میں پانی کی کثافت ہے۔ جس کی پیمائش
ہلے ہو چکی ہے۔

مندرجہ ذیل مساوات سے سطحی تناؤ کی قیمت ڈائن فی سمر میں محسوب کرو:-

$$\text{دست} = \frac{\text{دھن}}{\text{دھن}}$$

 مختلف جسامت کے دو یا تین بلبوں پر مشابہات حاصل کرو۔

خواص مادہ پر مزید مشقیں

- ۱۔ ۵ اسم نصف قطر اور ۵۰ زاویہ کا ایک قطاع دائرہ کھینچو۔ سطح پیما کے ذریعہ اس کا رقبہ دریافت کرو۔ اور ترازو کی مدد سے اپنے نتیجہ کی تصدیق کرو۔
- ۲۔ ۲۰ سمر محور غلط اور ۱۰ سمر محور اصغر کا ایک ناقص کھینچو اور سطح پیما کی مدد سے اس کا رقبہ دریافت کرو۔
- ۳۔ ایک دی ہوئی تختی کا رقبہ اور کثافت، پہلے اس کو ہوا میں اور پھر پانی میں تول کر اور اس کی موٹائی ناپ کر دریافت کرو۔
- ۴۔ ایک مبیتری پیما نے اور ایک ماسکونی ترازو کی مدد سے ایک دیے ہوئے تار کی تراش عمودی کا اوسط رقبہ دریافت کرو۔
- ۵۔ ماسکونی ترازو اور خوردہ پیما کے ذریعہ تار کی ایک دی ہوئی الجھن کی لمبائی اور کثافت اضافی دریافت کرو۔
- ۶۔ ایک معلوم کثافت اضافی کے مائع میں ایک ٹھوس جسم کو تول کر اس کی کثافت اضافی معلوم کرو۔
- ۷۔ ایک دیے ہوئے ٹھوس جسم کو ہوا میں، پانی میں، اور ایک دیئے ہوئے مائع میں تول شدہ وزنوں سے جسم مذکور کی اور دیے ہوئے مائع کی کثافت اضافی دریافت کرو۔
- ۸۔ شکر اور پانی کا وزن کے لحاظ سے ٹھیک ۱۰ فیصدی محلول تیار کرو۔ اور محلول مذکور کی کثافت اضافی دریافت کرو۔
- ۹۔ معمولی نمک اور پانی کا ایک ایسا محلول تیار کرو کہ جس کے ۱۰۰ گرام میں ۵۰ گرام

- نمک ہو۔ اس محلول کی کثافت دریافت کرو۔
- ۱۰۔ نمک کا ایک ایسا محلول تیار کر کے اُس کی کثافت اضافی دریافت کرو جس کی کثافت اضافی دیے ہوئے پانی سے بھاری اور غیر مخلوط مائع کی کثافت اضافی کے برابر ہو۔
- ۱۱۔ ترازو کی مدد سے دیے ہوئے نمک کی تعمیر کرو۔
- ۱۲۔ ایک دی ہوئی معلوم طول کی تنگ نلی کا اندرونی حجم دریافت کرو اور اُس سے اوسط اندرونی قطر کی قیمت اخذ کرو۔
- ۱۳۔ پیے ہوئے گڑے کا نصف قطر گرویت پیمائے کے ذریعہ ناپو۔ اُس کا وزن دریافت کر کے گڑے کے مادہ کی کثافت معلوم کرو۔
- ۱۴۔ ایک جسم مائل سطح پر، سطح کے منوازی عمل کرنے والی قوت سے سہارا ہوا ہے۔ ایک ایسی ترسیم تیار کرو جو قوت کی مقدار اور سطح مائل کی بلندی میں رشتہ ظاہر کرے۔
- ۱۵۔ سطح مائل کے استعمال سے دیے ہوئے گردونہ کے مادے کی کمیت دریافت کرو۔
- ۱۶۔ ایک میٹری پیمانہ کے طول میں مختلف نقطوں کو نصاب قرار دے کر اور چھوٹے بازو پر مختلف اوزان لٹکا کر توازن پیدا کرو۔ اور میٹری پیمانہ کا وزن بھی اخذ کرو۔
- ۱۷۔ دو دی ہوئی سطحوں کے درمیان سکونی رگڑ کا زاویہ دریافت کرو۔
- ۱۸۔ دی ہوئی مشین کے لئے رفتار کی نسبت اور قوائی نسبت معلوم کرو۔ اور ان نسبتوں کی مدد سے اُس مشین کی استعداد بھی اخذ کرو۔
- ۱۹۔ دونوں سروں پر سہاری ہوئی ایک سلاح کے وسط میں مختلف وزن لٹکا کر ایک ایسی ترسیم حاصل کرو جو مرکز کے جھکاؤ اور وزن میں رشتہ ظاہر کرے۔
- ۲۰۔ تار کے ایک سرے پر دیا ہوا جفت لگایا گیا ہے۔ ایک ترسیم کھینچو جو تار کے زاویہ مردڑ اور اُس کے طول میں رشتہ ظاہر کرے۔

- ۲۱۔ ایک مربع دائرے پر سے لڑھکا کر ایک گولی ایک دی ہوئی رفتار سے اُفتاب باہر نکالی جاتی ہے۔ ایک ایسا سختی حاصل کرو جو گولی کے اُفتی پٹے اور مقام نخاس کی بلندی میں ربط ظاہر کرے۔
- ۲۲۔ ایک جسم مقام سکون سے ہموار اسراع کے ساتھ حرکت کرتا ہے۔ آٹوڈ کی مشین کو استعمال کر کے اُٹے شدہ فاصلے اور وقت میں ایک رشتہ حاصل کرو۔
- ۲۳۔ آٹوڈ کی مشین کی چرخ اور نووا وزن کی مشین پر کسب کیت دریافت کرو۔ ج کی قیمت ۸۱ ۹ سرنی ثانیہ فی ثانیہ تصور کی جائے۔
- ۲۴۔ کوئی جسم مقام سکون سے سطح مائل پر لڑھکتا ہے تو اُٹے شدہ فاصلے اور وقت میں ایک ربط معلوم کرو۔
- ۲۵۔ ثابت کرو کہ دیے ہوئے طول کی سطح مائل پر لڑھکنے والے جسم کا اسراع سطح کے سروں کی بلندی کے فرق کے تناسب ہے۔
- ۲۶۔ ایک ایسی ترکیب کھینچو جس سے یہ معلوم ہو کہ سطح مائل پر لڑھکنے والے جسم کا اسراع سطح مذکور کی بلندی کے ساتھ ساتھ بدلتا ہے۔
- ۲۷۔ ایک دیا کھوا جسم اپنے محور کے گرد اکائی زاویہ رفتار سے گردش کرتا ہے۔ اس کی توانائی بالفعل محسوب کرو۔
- ۲۸۔ ایک ایسا سختی تیار کرو جو سادہ رقاص کے وقت دوران اور اس کے طول کے جذر المربع میں رشتہ بتائے۔ ج کی قیمت بھی اخذ کرو۔
- ۲۹۔ دیے ہوئے مادہ رقاص کا وقت دوران دریافت کرو اور ج کی قیمت ۹۸۸
- ۳۰۔ گشت کا ثباتی فرض کر کے رقاص مذکور کا طول معلوم کرو نیز طول کو اس طرح مرتب کرو کہ ایک کامل ارتعاش کا وقت ۲ ثانیہ ہو۔
- ۳۱۔ ایک ایسا سختی کھینچو جو سادہ رقاص کے طول اور وقت دوران میں رشتہ بتائے نیز ”برج ثانیات“ رقاص کا طول اخذ کرو۔ ”برج ثانیات“ رقاص سے وہ رقاص مراد ہے جس کو مکمل ارتعاش کے لئے ۱۶ ثانیہ دیکار ہو۔
- ۳۲۔ ۲۰ انچ طول کے رقاص کا وقت دوران دریافت کرو مگر پھر یہی اسی طول کا رقاص استعمال نہ کیا جائے۔

۳۲۔ ایک ترسیم کھینچو جو سادہ رقا ص کے طول اور (۲) وقت دوران (ب) وقت دوران کے مربع میں رشتہ بتائے۔ نیز اسراع بوجہ جاذبہ زمین کی قیمت اخذ کرو۔

۳۳۔ ایک ترسیم کھینچو جو دیے ہوئے مروری رقا ص کے وقت ارتعاش اور اس فاصلے میں رشتہ بتائے جو مساوی و متساکل لگائے ہوئے اوزان اور ان کے محور کے درمیان ہے۔

۳۴۔ ایک پتلی اور چٹھی سلاخ اپنے ایک سرے پر انفا جکڑی ہوئی ہے اور دوسرے سرے پر وزن لٹکائے گئے ہیں۔ ایک ترسیم بناؤ جو وقت ارتعاش اور فن میں رشتہ ظاہر کرے۔

۳۵۔ ایک وزن لگی ہوئی کمافی کے ارتعاشوں کا مشاہدہ کر کے ثابت کرو کہ وقت ارتعاش کے مربع اور وزن کا حاصل قسمت تقریباً مستقل ہے۔

۳۶۔ ایک وزنی سلاخ کے دونوں سرے ایک ڈوری سے باندھو اور ڈوری کا وسطی نقطہ ایک ثابت سہارے پر لٹکا دو۔ اگر سلاخ دوران ارتعاش میں ایک ہی انتصابی سطح میں رہے تو معلوم کرو کہ جاذبہ زمین کی وجہ سے نظام کے وقت دوران اور ڈوری کے طول میں کیا رشتہ ہے۔

۳۷۔ ایک لاناٹلی میں جس کی ایک ساق کا منہ بند ہو، پاراڈاں کو طلیہ بائیل کی تصدیق کرو۔

۳۸۔ ایک لاناٹلی کے خم دار حصہ میں پارا اور بند ساق میں ہوا ہے۔ اس کو استعمال کر کے بار پیماء بلندی معلوم کرو۔

ضمیمہ (۱)

طبیعیاتی مستقل اور ریاضیاتی جدولیں

ریاضیاتی مستقل

۱۰ اساس کالوکا مرتبہ

۰.۵۳۹۶۱۵

۰.۵۹۹۲۳۰

۳۱۵.۰۲۸۵

۰.۵۶۲۲۰۹

۰.۵۳۳۳۲۹

عد

۳۵۱۳۱۶ = π

۹۵۸۶۹۹ = 2π

۰.۵۳۱۸۳ = $\frac{1}{\pi}$

۳۶۱۸۸۸ = π

۲۵۶۱۸۳ =

Smithsonian Physical Tables

اکثر مستقلوں کی قیمتیں

یہ سلسلہ ۱۹۱۳ء سے لی گئی ہیں۔

Mr. F. Castle's Logarithmic

ریاضیاتی جدولیں

and other Tables for Schools Macmillan and Co.)

بڑھ چوڑی کی گئی ہیں۔

اعداد جو اکثر کام میں آتے ہیں :- ۱۰ اساس کا لوکار تم

۰۶۳۰۱۰۳	۲
۰۶۴۷۷۱۲	۳
۰۶۱۵۰۵۲	۱۶۴۱۴۲ = ۳۷
۰۶۲۳۸۵۶	۱۶۷۳۲۱ = ۳۶
۲۶۹۹۱۶۷	۹۸۱
۲۶۹۹۰۳۳	۹۷۸
۱۶۴۸۳۰۱	۳۰۶۴۸
۰۶۴۰۴۸۳	۲۱۵۴۰
۲۶۶۵۶۶۶	۲۵۳۱۵۹
۲۶۸۸۰۸۱	۷۶۰
۲۶۴۳۶۱۶	۲۷۳
۰۶۶۲۳۲۵	۴۶۲

لوک = ۱۰ = ۲۶۳۰۲۵۸
ایک نیم قطری (اکائی زاویہ جس کی قوس نصف قطر کے مساوی ہے)

$$۲۰۶۲۶۵ = ۴۵ \text{ } ۱۷ \text{ } ۵۷ = ۵۷۱۲۹۵۸ =$$

مساحت کے ضابطے

دائرہ کا محیط جس کا نصف قطر π ہے
دائرہ کا رقبہ = π ص
قطع ناقص کا رقبہ جس کی نیم محوریں π اور π ہیں
کرہ کی سطح = π ص
کرہ کا حجم = $\frac{4}{3} \pi$ ص
اسطوانہ کا حجم = π ص

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{3} \pi r^2 \times \text{بلندی} \\ &= \frac{1}{3} \pi \text{قاعدہ کا رقبہ} \times \text{بلندی} \\ &= \text{قاعدہ کا رقبہ} \times \text{بلندی} \end{aligned}$$

محور کا حجم
محور یا مقلع کا حجم
منشور کا حجم

جمود کے معیار اثر

تثاقلی محور کے گرد جمود کا معیار اثر
مدورہ حلقہ، نصف قطر ص

مج = ک ص
مستطیلی سلاخ، ایک ایسے محور کے گرد جو مرکز جاذبہ سے گزرے
اور ۱ اور ۲ ب طول کے کناروں کے علی القوائم ہو۔

$$\text{مج} = \frac{1}{12} (1^2 + 2^2) \text{ ب}$$

ناقصبی تختی (نیم محور ۱ اور ب) ایک ایسے محور کے گرد جو مرکز جاذبہ
سے گزرے اور تختی کی سطح کے علی القوائم ہو

$$\text{مج} = \frac{1}{12} (1^2 + \text{ب}^2)$$

مدورہ تختی اس کی ایک خاص شکل ہے جہاں ۱ = ب اور

$$\text{مج} = \frac{1}{12} \text{ ب}^2$$

مجہ ناقص نما (نیم محور ۱ و ب، ج) محور ج کے گرد

$$\text{مج} = \frac{1}{12} (1^2 + \text{ب}^2)$$

گرہ اس کی ایک خاص شکل ہے جہاں ۱ = ب = ج

$$\text{مج} = \frac{1}{12} \text{ ک} ۱^2$$

مندرجہ بالا میٹروں کا خلاصہ روتھ (Routh) کا قاعدہ ہے جو بتاتا ہے کہ مجہود کا میدان اثر کسی تشاکلی محور کے گرد

مج = کمیت مادہ (علی القوائم نیم محوروں کے مربوں کا مجموعہ)

۵، ۴، ۳ یا ۵

نسب نام ۴ لیا جائیگا جب جسم مستطیل ہوگا

۴ " " " " " ناقص ہوگا

۵ " " " " " ناقص ہوگا

پس اس قاعدہ کی رو سے ۲ طول اور ب نصف قطر کے اُسطوانہ کے لیے اس کے طول کے علی القوائم محور کے گرد ۱ کے متوازی تراش مستطیلی ہے اور ب کے متوازی ناقص ہے اس لیے

مج = ک ($\frac{1}{4} + \frac{1}{12}$)

ص نصف قطر کے مد و مرا قرص کے لیے اپنے کسی قطر کے گرد

مج = ک $\frac{1}{4}$

برطانوی اور میٹری نظاموں کے وزن اور پیمانے

طول

انچ = ۲۵.۴ مم

انٹ = ۲۵.۴ مم

انگڑ = ۲۵.۴ مم

ایٹر = ۲۵.۴ مم

کمیت مادہ

اگرین = ۴.۴۵ گرام

اونٹ = ۲۸.۳۵ گرام

اپونڈ = ۳۵۳۵۹ گرام
اکلوگرام = ۲۶۳۰ پونڈ
گنجائش

اینٹ (Pint) = ۰.۵۶۸ لیٹر
اکوارٹ (Quart) = ۱.۱۳۶ لیٹر
اگیلن (Gallon) = ۴.۵۴۶ لیٹر

سیالی اونس = ۲۳.۳۸۱۵ مکعب سمر

پچک کے معیار ڈائن فی مربع سمر

اشیاء	ینگ کا معیار پچک	استواری کی شرح
الومینیم	۲ تا ۵.۵ x ۱۰	۵ تا ۳.۵ x ۱۰
پیتل	۵ تا ۸.۵ x ۱۰	۵ تا ۳.۵ x ۱۰
تانبہ	۵ تا ۱۰ x ۱۲.۲	۲ تا ۳.۵ x ۱۰
لوہا	۲۰ x ۱۰	۲ تا ۵.۵ x ۱۰
پلاٹینم	۱۵ تا ۱۶ x ۱۰	۲ تا ۴.۵ x ۱۰
چاندی	۱ تا ۴ x ۱۰	۵ تا ۳.۵ x ۱۰
شیشہ	۶ تا ۸ x ۱۰	۳ تا ۲.۵ x ۱۰

کثافت یا کمیت مادہ فی مکعب سمرگراموں میں

ٹھوس اشیاء

عناصر

الومینیم ۲.۵۸ : انتیمنی (Antimony) ۶.۶۲



— ◆ 17

فصل اول

تپش پیمائی

۱۔ تھیید

تپش کے پیمانہ کے تعین کے لئے کسی جسم کی اُس خاصیت کو کام لایا جاسکتے ہیں جو تپش کے ساتھ ہموار نہ بدلتی ہے۔ اگر پانی کے نقطۂ انجماد پر خاصیت کی قیمت لا ہو اور معیار ہی دباؤ کے تحت پانی کے نقطۂ جوش پر ہو تو اُس صورت میں ہم ایک درجہ مٹی کو تپش کی اُس تبدیلی سے تعبیر کرتے ہیں جو اس خاصیت میں لا۔ لا۔ تبدیلی پیدا کرتی ہے۔

اگر اس خاصیت کی قیمت لای ہو جب جسم کسی خاص ماحول میں ہو تو ماحول تپش کی قیمت کسی خاص پیمانہ پر جو اس خاصیت لا پر مبنی ہے حسب ذیل بنی :-

$$ت^{\circ} مٹی = \frac{لا - لا}{لا} \times 100$$

اکثر عملی کاموں میں ہم ایسا پیمانہ استعمال کرتے ہیں جو خیشے کی نلی میں سے کے ڈورے کے سرے کی وضع پر مبنی ہو۔ پہلے نقطۂ انجماد اور پھر نقطۂ جوش پر

اس کی وضعوں کا مشاہدہ کیا جاتا ہے اور ان نقطوں کے درمیان پشش پیا کے تھن کو ۱۰۰ برابر حصوں میں تقسیم کیا جاتا ہے اور ہر حصہ کو ایک درجہ مٹی قرار دیتے ہیں۔ شیشے کے دو سیلابی پشش پیا صرف اس صورت میں ایک دوسرے سے مطابقت کرینگے جب کہ دونوں میں ایک ہی قسم کا شیشہ استعمال کیا گیا ہو اور ہر ایک کا سورخ بھی بالکل ہموار ہو۔

شیشے کے سیلابی پشش پیا خاص کر اس لیے استعمال ہوتے ہیں کہ ان کی شکل سادہ ہوتی ہے۔ علمی کاموں میں ہائیڈروجن گیس سے بھرا ہوا مستقل حجم والا پشش پیا معیاری پشش پیا کے طور پر استعمال ہوتا ہے۔ (ملاحظہ ہو صفحہ ۲۲۲)۔

کسی عمل کا حسن عمل اس بات پر منحصر ہے کہ آلات کے استعمال میں کافی احتیاط برتی جائے۔ اور طالب علم پشش پیاؤں جیسے نازک آلات کی دست و رازی میں ہر ممکنہ احتیاط ملحوظ رکھے۔ جس پشش کے لیے پشش پیا بنایا گیا ہے، اس سے بلند تر پشش پر اسے ہرگز نہ لے جانا چاہیے اور جب کام ہو جائے تو فوراً نخل میں رکھ دینا چاہیے۔

پشش پیا پڑھنے میں اختلافِ منظر کی غلطی نہ ہونے پائے۔ یعنی آنکھ کو اس طرح رکھنا چاہیے کہ خطِ نظر پارے کے سرے پر تھن کے علی القوائم ہو تاکہ پارے کے دوسرے کے سرے سے منطبق ہونے والا درجہ مشاہدہ میں آجائے طالب علم کو پشش پیا کے پڑھنے میں اس قدر مشق بہم پہنچانی چاہیے کہ وہ ۹ مٹی کے دسویں حصے تک کا خود اندازہ کر سکے۔

یہ یاد رہے کہ پشش پیا اپنی ہی پشش بتاتا ہے۔ اس لیے کسی شے کی پشش دریافت کرنے کے وقت یہ ضرور ہے کہ اس شے کے ساتھ پشش پیا کافی چھوتا رہے اور شے مذکور کی پشش حاصل کرنے کے لیے اس کا کافی وقت تک اُسی شے میں رکھا جائے۔

تجربہ ۵۹۔ تھن کے تعریہ کا اثر۔ — ارتفاعِ پیا (ملاحظہ ہو صفحہ ۲۲۱) میں ایک پشش پیا کو اس حد تک داخل کر کہ

تقریباً ۱۰۰° کے نشان تک تیز بھاپ کے اندر رہے۔ جب پانی آہستہ آہستہ جوش کھارہا ہو تو تپش پیمائے پڑھ لو۔ اس کے بعد تپش پیمائے کو یہاں تک اٹھاؤ کہ تیز نشان سے اوپر، ارتفاع پیمائے باہر رہے۔ اب اُس کو چند منٹ تک ایسا ہی رہنے دو۔ اس دوران میں پانی حسب سابق آہستہ آہستہ جوش کھاتا رہے۔ اس کے بعد پھر تپش پیمائے پڑھ لو۔ تپش کو ۱۰۰° نشان سے اوپر کھلا رکھ کر مشاہدات کو دہراؤ۔ اسی طرح عمل جاری رکھو جب تک کہ تیز نشان سے اوپر کھلا رہے۔ تپش کے تعریہ سے تپش پیمائے کے مقصد و غرض پر جو اثر پڑتا ہے، اُس پر غور کرو کہ باوجودیکہ جوش کی تپش دوران تجربہ میں ایک ہی تھی لیکن تپش کے تعریہ سے تپش پیمائے کا مقصد ہر مشاہدے میں مختلف ہے۔

تمام تپش پیمائیوں میں امر متذکرہ بالا کا لحاظ مراہے۔

۲- تپش پیمائے کے ثابت نقطہ

تپش کے پیمانے کے تعین کے لیے دو ثابت نقطہ ضروری ہیں۔ خالص کشید کیے ہوئے پانی سے بنی ہوئی برف کی امانت کی تپش زیر زمین ثابت نقطہ کی تعین کرتی ہے۔ یعنی یہ ثابت نقطہ وہ تپش ہے جس پر برف اور پانی حالت تعادل میں ساتھ ساتھ موجود رہ سکیں۔ اس کو نقطہ انجماد یا صفری نقطہ کہتے ہیں اور مئی بیان پر یہ لکھا جاتا ہے۔ کسی شے کے نقطہ امانت پر دباؤ کا اثر اس قدر کم ہے کہ نقطہ انجماد کے تعین میں عملی نقطہ نظر سے اس کو نظر انداز کیا جاسکتا ہے۔

بالائی ثابت نقطہ کا تعین اُس تپش سے ہوتا ہے جس پر بھاپ طبعی دباؤ کے تحت، اُبلتے ہوئے خالص کشید کیے ہوئے پانی سے نکل رہی ہو۔ یہ دباؤ پارے کے بار پیمائی کی ۷۶۰ مہر بندی کے مماثل ہے۔ یہ بالائی ثابت

نقطہ ، نقطہ جوش کہلاتا ہے اور پیمانہ پر ۱۰۰ لکھا جاتا ہے۔ بناء بریں مٹی پیاد پر نقطہ انجماد اور نقطہ جوش کا درمیانی فاصلہ ۱۰۰ درجوں میں تقسیم کیا جاتا ہے۔ اُبلتے ہوئے پانی سے مٹکنے والی بھاپ کی تپش اُس برتن کی نوعیت پر منحصر نہیں ہے جس میں پانی جوش کھا رہا ہے۔ اور نہ اُس پر پانی کے کوٹوں کا اثر ہے بلکہ کرہ ہوائی کے دباؤ کے ساتھ ساتھ یہ تپش متغیر ہوتی رہتی ہے۔ ریٹیو نے نہایت احتیاط سے نقطہ جوش پر دباؤ کے اثر کا مشاہدہ کیا اور یہ معلوم کیا کہ ۶۰ مہر کے قریب دباؤ میں ۲۶۶۸ مہر کی زیادتی ، نقطہ جوش میں ۱ مہر کا اضافہ کرتی ہے۔ خفیف تغیرات کے لیے ، نقطہ جوش کا تغیر فرق دباؤ کے تناسب تصور کیا جاسکتا ہے۔ اسی مفروضے کی بناء پر شکل ۱ کی ترسیم کھینچی گئی ہے۔ ہر طالب علم کی بیاض میں اس ترسیم کی نقل ہونی چاہیے۔

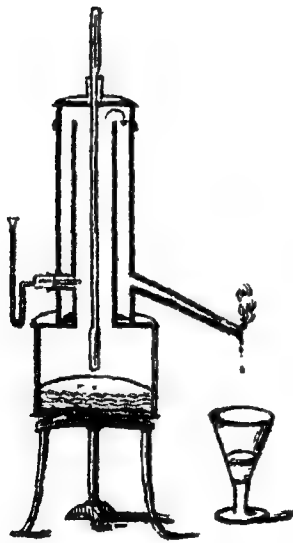
یہ دیکھا گیا ہے کہ پیش پیا کا شیشہ امتدادِ زمانہ کے ساتھ بتدریج اس طرح بدلتا ہے کہ ثابت نقطوں میں خفیف سی تبدیلیاں پیدا ہو جاتی ہیں۔ لہذا ان نقطوں کو وقتاً فوقتاً پھر دریافت کرنا ضروری ہے تاکہ مشاہدات کی غلطیوں میں تصحیح ہو سکے۔ انگلستان میں بالعموم زیریں ثابت نقطے کا پہلے تعین کیا جاتا ہے۔

تجربہ سہل ہے۔ پیش پیا کے ثابت نقطوں کی تعیین — (۱) نقطہ انجماد — ایک مناسب برتن کو برف کے چھوٹے چھوٹے ٹکڑوں سے تقریباً بھر دو۔ اور برف کو اس طرح گچھلنے دو کہ ان ٹکڑوں کی درمیانی فضا برف کی تپش پر کے پانی سے بھری رہے۔ گچھلتی ہوئی برف سے پانی کا خارج کرنا مناسب نہیں ہے تاہم ضرورت سے زیادہ پانی برتن میں جمع بھی نہ ہونا چاہیے۔ برف اور پانی کو خوب ہلاتے رہنا چاہیے۔

پیش پیا کو نہایت احتیاط کے ساتھ اس برتن میں اس طرح

رکھو کہ اس کا جو ذرہ برتن کے وسط میں رہے اور تپش پیمائش کا صفری نقطہ برف کی سطح سے عین اوپر رہے۔ وہ انتہائی نقطہ پڑے جہاں تک پارے کے ڈورے کا سرا نیچے اتر آئے اس نشان کے پڑھنے میں ایک درجہ کی اوکسر تک تخمین ہونی چاہیے۔ یہ امر ملحوظ رہے کہ مشاہدے کے وقت پارے کا ڈورہ کلیتہً برف سے بکھرا رہے۔ اگر ڈورے کا سرا صفر سے اوپر رہے تو خطا مثبت کہلائے گی۔ اور اگر نیچے رہے تو خطا منفی ہوگی۔ اگر خطا مثبت ہو تو صحیح تپش حاصل کرنے کے لیے تصحیح کا عمل منفی ہوگا۔

(۲) نقطہ جوش — نقطہ جوش دریافت کرنے کے لیے

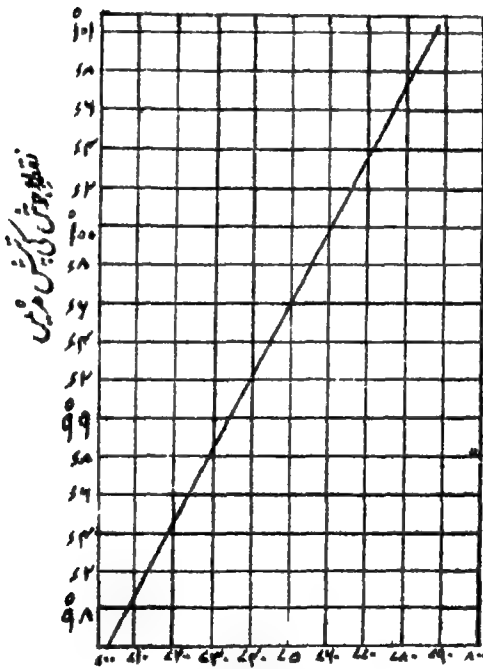


شکل ۱۱۱۔ ارتفاع پیمائش

تپش پیمائش کے ایک برتن میں رکھتے ہیں برا ارتفاع پیمائش کہلاتا ہے۔ یہ آلہ ایک قسم کا جوشندہ ہے جس کے بالائی حصہ میں ایک دوہری دیوار کا بھاپ دان لگا ہوتا ہے۔ تپش پیمائش ایک کواک کے ذریعہ ارتفاع پیمائش کے منہ پر اس طرح لگایا جاتا ہے کہ اس کا بالائی ثابت نقطہ عین کواک سے اوپر نظر آئے۔ اس امر کی احتیاط کی جائے کہ تپش پیمائش ارتفاع پیمائش میں گرنے نہ پائے ورنہ جوئے کے ٹوٹنے کا اندیشہ رہیگا۔ تپش پیمائش کے سرے کے سوراخ میں تار کا ایک حلقہ لگا دینے سے یہ اندیشہ

رفع ہو جائیگا۔ تپش پیدا پڑھنے سے قبل، اُس کو تقریباً دس منٹ تک بھاپ میں رہنا چاہیے۔ پانی کو شدت سے جوش کھانے نہیں دینا چاہیے ورنہ ارتفاع پیمائیں بھاپ کا دباؤ کرہ ہوائی کے دباؤ سے بڑھ جائیگا۔ پارے کے ڈورے کے سرے کا مقام درجے کے دموں حصہ تک پڑھو۔

دباؤ کی وجہ سے تصحیح — بار پیمائی بلندی ملی میٹر میں پڑھ لو اور مشہورہ کرہ ہوائی کے دباؤ کے تحت نقطہ جوش کی قیمت زیریں شکل ۱۱۲ کے ذریعہ دریافت کرو۔

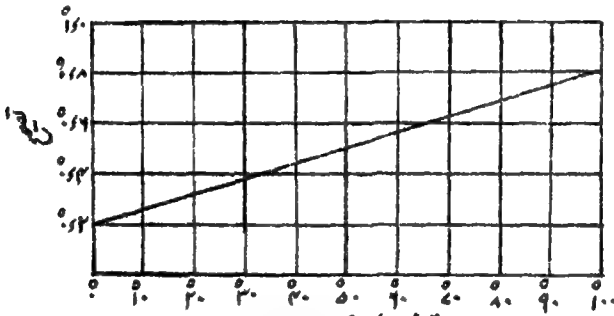


دباؤ پارے کے عموں
نفس ۱۱۲ - دباؤ کے لحاظ سے نقطہ جوش کا تغیر

بیاض میں یہ تپش جو حقیقی نقطہ جوش ہے، قلمبند کرو

ونیزہ تپش لکھ لو جو زیر تجربہ تپش پیا بنا رہا ہے۔ اور نقطہ جوش پر تپش پیا کی خطا محسوب کرو۔

نقطہ انجماد اور نقطہ جوش کے درمیان کسی مطلوبہ تپش پر تصحیح معلوم کرنے کے لیے تریبی طریقہ اختیار کرو۔ تپش پیا کی درجہ بندیوں کو فیصلے اور تصحیحی رقم کو معین مان کر ایک ترسیم تیار کرو۔ شکل ۱۱ میں نقطہ انجماد پر تصحیح + ۰.۵۲ اور نقطہ جوش پر تصحیح + ۰.۵۸ در فرض کی گئی ہے۔



تپش سٹی (درجہ پیمانہ)

شکل ۱۱ تپش پیا کی تصحیح

حقیقی تپش حاصل کرنے کے لیے تپش پیا کے مقروط میں تصحیحی رقم جمع کرنا پیشگی۔

۳ تپش پیا کی تعمیر اور درجہ بندی

نلی کے اندر پارے کے سرے کی مساوی حرکتوں سے ظاہر ہونے والی تپش کے ذوقوں کی مساوی قیمتیں حاصل کرنے کے لیے لازم ہے کہ نلی کا سوراخ یکساں ہو مگر یہ صورت تو شاید ہی ہوتی ہے بلکہ کبھی نہیں پائی جاتی۔ اگر نلی کا سوراخ یکساں نہ ہو تو اس کی تصحیح کے لیے پارے کے ڈورے کو

نلی میں حرکت دے کر اور ڈورے کا طول نلی کے مختلف حصوں میں ناپ کر سوراخ کی تعمیر کر لینی چاہیے۔

نجر بس ۱۔ - تپش پیا کے سوراخ کی تعمیر۔

پارے کے ڈورے کے سرے سے تقریباً ۱۰ فاصلہ پر ایک باہر ایک شعلہ سے نلی کو گرم کیا جاتا ہے۔ اس طرح ۱۰ کے طول کے مساوی پارے کا ایک ڈورا ٹھیک اُس مقام پر جہاں کو گرم کیا گیا تھا پارے کے جوش کھانے کی وجہ سے ٹوٹ کر علیحدہ ہو جاتا ہے۔ اور اس ڈورے کو نلی کی تعمیر کے لیے استعمال کر سکتے ہیں۔ اس کے بعد تپش پیا کا تندہ سرد ہونے دیا جاتا ہے۔ اور جو ذہ کو ایتھر کے ذریعہ اس قدر ٹھنڈا کیا جاتا ہے کہ باقی ماندہ پارا صفر درجہ کے نشان سے نیچے اتر جائے۔ بعد ازاں ڈورے کو خفیف جھٹکے دے کر ہٹاتے ہیں یہاں تک کہ ایک سرا ۹۰ درجہ کے نشان پر آ جاتا ہے۔ ڈورہ ان تجربہ میں جو ذہ کو ایتھر کے ذریعہ سرد رکھنا چاہیے۔ تاکہ علیحدہ شدہ ڈورا پارے کے باقی حصے سے ملنے نہ پائے۔ اب ڈورے کے ہر ایک سرے کا مقام متحرک خرویدین کے ذریعہ معلوم کر لیا جاتا ہے اور تپش پیا کے درجوں کے پیمانہ پر ہی ان مقاموں کا تعین کر لیا جاتا ہے۔ اس تعین کے لیے ایک درجہ کی لمبائی خرویدین کے پیمانہ پر سمروں میں ناپ لی جاتی ہے۔ اور درجہ کی کس کو بھی ڈورے کے سرے سے کھیلے نشان تک سمروں میں ناپ لیتے ہیں۔ اس طرح سرے کا مقام درجہ کے پیمانہ میں حصے تک ظاہر ہو جاتا ہے۔ مثلاً

= ۱۲، ۳۹ سم۔

= ۱۴، ۵۰ سم۔

= ۱۶، ۰۰ سم۔

خرویدینی پیمانہ کا مقدورہ ۹۰ درجہ کے نشان پر

۱۰ ۱۰ ۱۰ ۱۰ ۱۰

ڈورے کے سرے پر

اس قسم کی تخمین متحرک پیمانہ استعمال کیے بغیر صرف خروید پیمانہ چٹنے کے ذریعہ بھی کی جاسکتی ہے۔ اس صورت میں خروید پیمانہ چٹنے کو میٹاری بنانے کی ضرورت نہیں کیونکہ یہاں صرف اضافی قیمتیں دیکار ہیں۔

لہذا ڈورے کا سرا

$$+9 \frac{1594}{1544} \text{ درج یعنی } 9595 \text{ پر ہوگا۔}$$

اس کے بعد ڈورے کو ہٹایا جاتا ہے یہاں تک کہ "تپش پیا" سرا تقریباً وہاں ہوتا ہے جہاں کہ پہلی پیمائش پر "بالائی" سرا تھا۔ اور پھر دونوں سروں کے مقام لکھ لیے جاتے ہیں۔ اس کے بعد وہ ایک تیسری وضع پر ۲۰ اور ۳۰ کے درمیان رکھا جاتا ہے اور پھر ناپ لیا جاتا ہے۔ یہی عمل بار بار کیا جاتا ہے یہاں تک کہ بالائی سرا نقطہ جو شش پر پہنچ جاتا ہے۔

ذیل کی عددی مثال کی طرح تصحیح کا حساب لگایا جاتا ہے:-

۹۵۸۲	ڈورے کی لمبائی	۹۵۰۳	دوسرے کی پہلی وضع
۱۰۵۰۸	"	۱۹۵۳۱	دوسری
۱۰۵۰۶	"	۲۹۵۹۳	تیسری
۱۰۵۱۴	"	۳۹۵۹۸	چوتھی
۹۵۷۸	"	۴۹۵۰۰	پانچویں
۱۰۵۱۲	"	۵۹۵۸۲	چھٹی
۹۵۹۵	"	۶۹۵۹۰	ساتویں
۱۰۵۰۰	"	۷۹۵۰۰	آٹھویں
۱۰۵۱۴	"	۸۹۵۰۳	نویں
۹۵۸۶	"	۹۹۵۹۲	دہویں

ڈورے کی اوسط لمبائی = ۹۵۹۹۵

یعنی پارے کی یکمیت پیمانے کے کسی مقام پر ۹۵۹۹۵ درجے پر کریگی بشرطیکہ سوراخ اور پیمانہ دونوں کافی صحت کے ساتھ یکساں ہوں۔

فرض کرو کہ ڈورہ ۵۰ ہر سے شروع ہوتا ہے تو اس کا بالائی سرا قریب قریب ۹۵۸۲ پر ہوگا۔ اگر سوراخ ہموار ہو تو اس سرے کو ۹۵۹۹۵ پر ہونا چاہیے۔

اس طرح جو تصحیح ۹۵۸۲ مقررے میں شامل کرنی ہے + ۷۵۰۰ ہوئی۔ اس کو

مف ۱ کہو۔ یہ ۱۰ م کے قرب دھوار میں تصحیح ہوگی اگر اس میں ایک ایسا ڈورا جوڑ دیا جائے جو اس کے ہر طرح مشابہ ہو تو دونوں مل کر ۸۲ + ۱۰۵۰۸ ایک پہنچینگے۔ انہیں ۲ (۹۹۹۵) پر پہنچنا چاہیے۔ یعنی تصحیح (۹۹۹۵ - ۱۹۹۰) یا (۱۹۹۰ - ۱۰۵۰۸) م ہوگی۔ اس کو مف ۲ کہو۔ یہ ۲۰ م کے قرب دھوار میں مطلوبہ تصحیح ہے۔

اسی طرح ۳۰ م کے قریب تصحیح ۳ (۹۹۹۵) - (۹۵۸۲ + ۱۰۵۰۸ + ۱۰۵۰۶) = ۲۵۰ م

ہے۔ اور علیٰ ہذا پس ہمیں حاصل ہوتا ہے:-

$$\text{مف ۱} = + ۱۰۵۵$$

$$\text{مف ۲} = + ۱۰۹۰$$

$$\text{مف ۳} = + ۱۰۲۵$$

$$\text{مف ۴} = - ۱۲۰۰$$

$$\text{مف ۵} = + ۱۰۹۵$$

$$\text{مف ۶} = - ۱۰۳۰$$

$$\text{مف ۷} = + ۱۰۱۵$$

$$\text{مف ۸} = + ۱۰۱۰$$

$$\text{مف ۹} = - ۱۱۲۵$$

$$\text{مف ۱۰} = ۰۰۰۰$$

آخری قیمت دراصل صفر ہی ہونی چاہیے۔

ان مشاہدات کی مدد سے ایک تصحیحی برہم چینی جاسکتی ہے جس میں پیمانہ کے ہر نفاک پر سوراع اور درجہ بندی کی ناہمواری کی وجہ سے جو مقدار مشال کرنا پڑتی ہے، حاصل ہو سکتی ہے۔

تپش پیا کی درجہ بندی کسی اختیاری پیمانہ پر

بعض صورتوں میں یہ ممکن ہے کہ کسی تپش پیا کے تنے پر کھدا ہوا پیمانہ کلیتہً اختیاری ہو جس کی وجہ سے مشاہدات براورہ است مٹی درجوں میں نہیں حاصل ہوتے۔ مثلاً تنے پر ملی میٹر پیمانہ کے نشان لگے ہوں تو اس قسم کا تپش پیا بھی مٹی پیمانہ پر تپش پیا کی لیے استعمال ہو سکتا ہے۔ اس غرض

کے لیے اولاً تپش پیمائی کو گذشتہ دفعہ میں بتائے ہوئے طریقے کے مطابق ،
دو ثابت نقطے معلوم کر کے معیاری بنالینا چاہیے ۔ ایسا کرنے سے فرض کرو
کہ نقطۂ انجماد پر پارا پیمانہ کے زیرین سرے سے ۲۴ حر کے مقام پر اور نقطۂ تپش
پر پیمانہ کے زیرین سرے سے ۱۸۲ حر کے مقام پر قائم ہے ۔ اگر اس تیس کے
وقت بار پیمائی کا مقروءہ ۳۳۰ حر ہو تو نقطۂ جوش بجائے ۱۰۰ حر کے ۹۹ حر ہوگا ۔
لہذا پیمانہ کے زیرین سرے سے ۲۴ حر والا مقام نتیجہ ۰ حر کے اور زیرین
سرے سے ۱۸۲ حر والا مقام ۹۹ حر کے مماثل ہوگا ۔ پس پیمانہ پر ۱۹۰ حر کا
فاصلہ ۹۹ مٹی درجوں کے وقفہ کے متناظر ہوگا ۔ اس کے بعد تپش پیمائی کے
ایک حر کے لیے مٹی پیمانہ پر تپش کا وقفہ معلوم کر لینا آسان ہے ۔ موجودہ صورت
میں $\frac{99}{190}$ درجے ایک حر کے متناظر ہیں ۔

فرض کرو کہ تپش پیمائی حرارہ پیمائی رکھے ہوئے کسی مائع کی تپش معلوم
کرنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے (صفحہ ۳۵۳) ۔ اور پارا پیمانہ کے زیرین
سرے سے ۶۳ حر کے فاصلہ پر قائم ہو جاتا ہے ۔ یعنی اس وقت پارا نقطۂ
انجماد سے ۲۰ حر بلندی پر قائم ہو گیا ہے ۔ اور اس کے متناظر تپش مٹی پیمانہ پر
 $20 \times \frac{99}{190}$ یا ۹۹/۹۵ حر ہے ۔

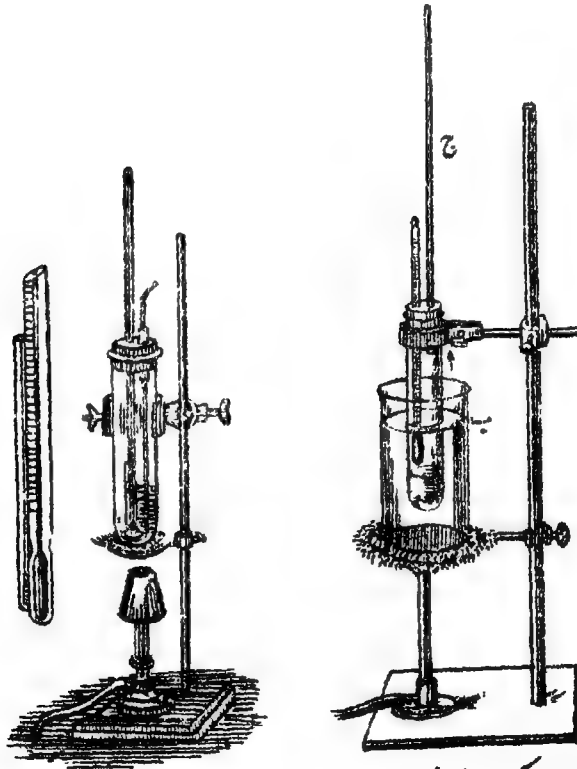
ایسے تپش پیمائی کے مقروءوں کو فصلے اور اخذ کردہ مٹی پیمانہ کے مقروءوں
کو معین مان کر دسیے ہوئے تپش پیمائی کے پیمانہ اور مٹی پیمانہ کے باہمی ربط کو ترسیماً ظاہر کر
کر سکتے ہیں ۔

تجربہ ۵۷۔ کسی اختیاری پیمانہ والے

تپش پیمائی درجہ بندی ——— متذکرہ بالا طریقہ کے
بموجب کسی ایک اختیاری پیمانہ والے تپش پیمائی کو معیاری بناؤ اور
اس کو تجربہ خانہ کے کمرے کی تپش و نیز تپش کے پانی کی تپش
معلوم کرنے کے لیے استعمال کرو ۔

۴۔ نقطۂ امانت اور نقطۂ جوش
تجربہ ۵۸۔ کسی ٹھوس کے نقطۂ امانت کی تعیین ۔

کسی ٹھوس مثلاً پیرافنی موم کا نقطہ اجماع معلوم کرنے کے لیے دھونکنی کے شعبدہ میں شیشے کی ایک نلی کو رکھ کر اس طرح کھینچو کہ ایک پتلی دیوار والی شعری نلی بن جائے۔ دیتی کے ذریعہ یا شیشے کاٹنے کے چاقو سے اس نلی کا چند سمرلبا ٹکڑا کاٹ کر جد اکرو۔ اب اس نلی میں زیر تجربہ شے داخل کر لینی چاہیے۔ اس مطلب کے لیے ٹھوس کی تھوڑی سی مقدار کو مناسب برتن میں گرم کر کے مائع بنالیا جائے اور نلی کا سر اُس مائع میں ڈبو دیا جائے۔ اس طرح بالعموم شعری نلی سے نلی میں زیر تجربہ شے چڑھ جائیگی۔ نلی میں شے داخل کرنے کے بعد اُس کے پیندے کو سر بہر کر دینا چاہیے ورنہ شے پگھلنے کے بعد یہ جائیگی یا پانی نلی میں چڑھ جائیگا ان وجہ سے ٹھوس بننے کا نقطہ مشاہدہ میں نہ آسکیگا۔



شکل ۱۱۔ کسی ٹھوس کا نقطہ اجماع

شکل ۱۲۔ کسی مائع کا نقطہ جوش

اب اس نلی کو جس میں ٹھوس شے موجود ہے، ایک تپش کے جوڑ کے ساتھ لچکدار بندھنوں یا باریک - تاگے کے ذریعہ بند دیتے ہیں اور جوڑ کو احتیاط کے ساتھ پن جنٹر میں محکم کیا جاتا ہے (شکل ۱۱۲)۔ تپش پیماکا مقروءہ اس خاص لمحہ پر قلمبند کر لیا جاتا ہے جب کہ چھوٹی نلی کے اندر کی ٹھوس شے مائع کی شکل اختیار کرتی ہے، ایک دوسرا مقروءہ بھی اس طرح حاصل ہو سکتا ہے کہ پن جنٹر کو سرد ہونے کا موقع دیا جائے اور جب شے پھر ٹھوس بن جائے تو تپش لکھ لی جائے۔ اماعت کی جو تپش اس طرح لی جائیگی وہ اصلی نقطہ اماعت سے کسی قدر زیادہ ہوگی اور ٹھوس بننے کی جو تپش اس طرح لی جائیگی وہ اصلی نقطہ اماعت سے کسی قدر کم ہوگی۔ لہذا اصلی نقطہ اماعت ان دونوں مقروءوں کے اوسط سے حاصل کرنا ضروری ہے۔ تاہم اس تجربہ میں مائع کے پڑ سرد ہو جانے کا احتمال ہے۔ اور ایسی صورتیں اس نوعیت کے تجربہ سے اصلی نقطہ اماعت حاصل نہیں ہو سکتا۔

بعض صورتوں میں شعری نلی کو ترک کر کے تپش پیماکے جوڑ کے گرد ٹھوس کی ایک چلی تہ چڑھا دی جاتی ہے اور پہلے کی طرح احتیاط کے ساتھ تپش پیماکا جوڑ گرم کیا جاتا ہے۔ جب تہ عین گھٹنے کو ہوتی ہے تو تپش پڑھ لی جاتی ہے۔

جب کوئی مائع ٹھوس بن رہا ہو تو طالب علم تبریدی منحنی کا تجربہ بھی دیکھ لے (صفحہ ۳۷۸)۔

تجربہ ۱۱۳۔ کسی مائع کے نقطہ جوش کا تعین۔ اس تعین کے لیے مائع کو ایک ایسی امتحانی نلی میں رکھو جس کے منہ پر دو سوراخ والا کاک لگا ہو۔ ایک سوراخ میں سے تپش پیماکرڑا ہے اور دوسرے میں سے ایک شیشہ کی نلی داخل کی جاتی ہے جس سے بخارات خارج ہوتے ہیں۔ نلی کو غایت احتیاط کے ساتھ باریک شعلے سے یا پن جنٹر کے ذریعہ گرم کرتے

ہیں یہاں تک کہ مائع کا نقطہ جوش پہنچ جاتا ہے۔ دھکے سے اُبلنے کے عمل کو روکنے کے لیے شیشے کی چند گولیاں یا پتلی دیوار کی شعری نلی کے چھوٹے چھوٹے ٹکڑے (جو دھونکنی کے شعلہ میں شیشے کی نلی کو کھینچ کر بنائے جاتے ہیں) مائع میں رکھنا چاہئیں۔ استھانی نلی میں تپش بیاک وضع کا انحصار زیرِ اتمان مائع کی نوعیت پر موقوف ہے۔

(ا) خالص مائع کی صورت میں تپش بیاک کو صرف بخارات کی تپش دیکھنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔ اور اس صورت میں تپش بیاک کا جوفہ مائع کے اندر نہیں ڈوبا جاتی ہے۔

(ب) کسی محلول کی صورت میں مائع کی تپش خالص محلول کی تپش سے مستند مختلف ہوتی ہے۔ اس لیے محلول کا نقطہ جوش معلوم کرنے کے لیے تپش بیاک کا جوفہ مائع کے اندر ڈوبا رہنا چاہیئے۔

جوفہ کو آہستہ ہوئے مائع کے اندر ڈبو کر تپش بیاک کا مقروضہ حاصل کرو پھر اس کو مائع سے باہر اس کے بخارات میں رکھ کر دوسرا مقروضہ حاصل کرو۔ ان دونوں مقروضوں کے درمیان جو فرق ہے اس کا مشاہدہ کرو۔ بڑگرائے سے بچنے کے لیے محلول کو بہت آہستہ آہستہ جوش کھانا چاہیئے۔

فصل دوم

پھیلاؤ کی شرحیں

۱۔ طولی پھیلاؤ کی شرح

کسی سلاح کی پیش کو ایک درجہ بڑھانے سے اُس کے طول میں جو اضافہ ہوتا ہے اُس کے کل طول کے مقابلے میں بہت کم ہے اور یہ اضافہ مختلف پیشوں کے لیے تقریباً مستقل پایا گیا ہے۔

کسی ٹھوس کے طولی پھیلاؤ کی شرح کی تعریف اس طرح ہو سکتی ہے کہ طولی پھیلاؤ کی شرح، اضافہ طول اور اصلی طول کی باہر سلی نسبت سے جب کہ پیش میں ایک درجہ کا اضافہ ہو۔

پس اگر سلاح کا ابتدائی طول L ہو اور اُس اضافہ پیش سے اُس کا طول L_1 ہو جائے تو طولی پھیلاؤ کی شرح e مندرجہ ذیل رشتہ سے حاصل ہوگی :-

$$e = \frac{L_1 - L}{L}$$

اگر سلاح کا طول L ہو جائے جب کہ اُس کی پیش t تک بڑھادی گئی ہو تو ہم لکھ سکتے ہیں

$$\text{کہ } \frac{\text{ل} - \text{ل}}{\text{ل}} = \text{عہ} \quad (۱)$$

$$\text{پس } \text{ل} - \text{ل} = \text{ل} \cdot \text{عہ}$$

$$\text{یا } \text{ل} = \text{ل} \cdot (۱ + \text{عہ}) \quad (۲)$$

بعض اوقات یہ باعث سہولت ہوتا ہے کہ ہم سلاح کی ابتدائی تپش : ہر لیس اس صورت میں ل، ہر پر کے طول کو تعبیر کریگا۔ اور تپش کی تپش کو مٹی درجوں میں ظاہر کریگی جو طول ل کے متناظر ہوگی۔ چونکہ طول کی تبدیلی جو حقیقت میں مشاہدہ میں آتی ہے نہایت خفیف ہے اس لیے عملیات میں سہولت کے لیے یہ فرض کر لیتے ہیں کہ ابتدائی تپش کمرے ہی کی تپش ہے اور ل اسی تپش پر سلاح کے طول کو تعبیر کرتا ہے۔ اس صورت میں اس امر کا خیال رہے کہ اضافہ تپش کو تعبیر کرتا ہے۔ یعنی ت وہ فرق ہے جو انتہائی تپش اور کمرے کی تپش کے درمیان ہو۔

سادات (۱) میں ہم دیکھتے ہیں کہ طولی پھیلاؤ کی شرح کے تعین میں تین مقداروں کی پیمائش شامل ہے: ابتدائی طول، اضافہ تپش اور طول کا اضافہ۔ صرف آخری پیمائش ہی ایسی ہے جس میں کسی قدر وقت ہے۔ چونکہ اس پیمائش میں غلطی کا امکان زیادہ ہے اس لیے یہ امر فضول ہے کہ باقی دو مقداروں کی پیمائش میں کافی صحت کا خیال رکھا جائے (دیکھو صفحہ ۶)۔ اولاً سلاح کا ابتدائی طول ۱۰۰۰ میں اچھے تک درست ناپ لیا جائے اور وہ تپش لکھ لی جائے جس پر تجربہ کا آغاز ہوا۔ سلاح کو ایک معلوم تپش تک گرم کرنے سے اس کے طول میں جو خفیف اضافہ ہوتا ہے اس کی پیمائش کے لیے مختلف طریقے استعمال کیے جاسکتے ہیں:۔

(۱) کسی جیلی یا مناظری ہرم کے ذریعہ (لیو انریٹے اور لاپلاس کا طریقہ)

ایک معلوم تناسب میں اضافہ طول کی تکمیل عمل میں لائی جاسکتی ہے۔
 یہ پہلا طریقہ بالکل غیر صحیح ہے کیونکہ تکمیری جزو و ضربی $2\frac{1}{2}$ فی صدی کے اندر
 بالکل نامعلوم مقدار ہے۔

(۲) طول کے اضافہ کی پیشکش براہ راست خورد و پیماہی کے ذریعہ ہو سکتی ہے۔ معمولی کریت پیماس مقصد کے لیے استعمال کر سکتے ہیں۔

(۳) طویل کا اضافہ، براؤ راست طریقہ پر دو خوردہ پیمائس کے ساتھ یا خوردہ پیمائشوں کو کام میں لاکر معلوم کر سکتے ہیں جب کہ زیر تجزیہ مسلخ کا ہر سرا ایک ایک خوردہ پیمائش کے ساتھ پر لایا گیا ہو۔ یہ طریقہ مذکورہ بالا دو طریقوں پر اس امر میں فوقیت رکھتا ہے کہ مسلخ کے ہر دو سرا پر ایک ہر مشابہات عمل میں لائے جاتے ہیں اور اس میں کسی ایسے مفروضہ سے کام نہیں لیا جاتا کہ تمام دوران تجزیہ میں مسلخ کا ایک سرا بالکل قائم رہتا ہے۔ یہ سرا اس لئے اور سرا اس لئے کا طریقہ ہے۔

تجربہ نمٹے۔ طولی پھیلاؤ کی شرح کی

نقصین — سدرجہ ذیل آلہ دوسرے طریقہ کی ایک مثال ہے۔
 نزدیک بقرہ مسلخ کو ایک بھابی بیرہن میں رکھتے ہیں جو دعائی یا شیشے
 کی ایک ایسی نلی پر مشتمل ہوتا ہے جس میں سے بھاب کی روگزار سکتے
 ہیں۔ مسلخ کے دونوں سرے، بیرہن سے کسی قدر باہر نکلے ہوئے
 ہیں اور جوڑوں کو کاگ یا بر کی نلی کے ذریعہ بھاب بند کیا جاتا ہے۔
 مسلخ کے ہر سرے پر پیش کی پیمائش کے لیے پیش پیا لگے ہوتے
 ہیں۔ مسلخ کا ایک سرادھات کی ایک قائم گھنڈی کے ساتھ
 حالت تماس میں ہوتا ہے اور دوسرا سرا پھیلاؤ کے لیے آزاد
 رہتا ہے۔ اس سرے کے پاس ایک خرد پیا بھیج جس کا سر درجہ دار
 ہوتا ہے (گردیت پیا) اس طرح ترتیب دیا جاتا ہے کہ تیج کا محور
 بلحاظ سمت مسلخ کے محور سے منطبق ہوتا ہے۔ تیج کے سرے اور مسلخ

کے آزاد سرے کے درمیان تماس کی حالت کو قوت لمس کے ذریعہ محسوس کر سکتے ہیں۔ یا ایک جرخ برما (Ratchet) خوردہ پیماس استعمال کر سکتے ہیں جو تماس کے پیدا ہوتے ہی پھسل جائے۔ لیکن تماس کی وضع دکھانے کے لیے کوئی سا مادہ برقی طریقہ قابل ترجیح ہے۔ کسی دولٹائی خانے کے ایک قطب کا خوردہ پیماس کے ساتھ الحاق کیا جاتا ہے اور دوسرا قطب ایک ساہ رو پیماس کے ایک سرے سے ملایا جاتا ہے۔ رو پیماس کے دوسرے سرے کو اس گھنٹی سے ملاتے ہیں جس سے سلاخ کا دوسرا قاعلم سرا سہارا ہوا ہے۔ جوں ہی خوردہ پیماس کا سرا سلاخ کے سرے سے مس کرتا ہے، برقی دہر پورا ہو جاتا ہے اور رو پیماس کی ٹوٹی منصرف ہو جاتی ہے۔ آگ کو ترتیب دے لو اور معمولی پیش پر خوردہ پیماس کا مقروہہ حاصل کر لو جب کہ پیچ کے سرے کا سلاخ کے سرے سے تماس پیدا ہو جائے۔ یہ ترتیب متعدد مرتبہ دہرائی جانی چاہیے۔

اب خوردہ پیماس کو متعدد چکروں میں پیچھے گھما دو تاکہ پھیلاؤ کے لیے گنجائش پیدا ہو۔ بجالی پرچھ

میں جو اشارہ سے بھاپ کی روگزار کو سلاخ کو گرم کر دے۔ اور اس وقت تک انتظار کرو کہ سلاخ مستقل پیش پر آجائے۔ ہر دو پیش پیماس کے مقروہوں کو بڑھ لو۔ پھر خوردہ پیماس کو تماس کے لیے مرتب کر دو اور مقروہہ حاصل کر دو۔ یہ مقروہے متعدد مرتبہ دہرائیے چاہئیں۔ اس مقروہہ اور سابقہ کے مقروہے کے فرق سے سلاخ کے طول میں اضافہ معلوم ہو جائیگا۔

نفاذات کی مدد سے سلاخ کے طولی پھیلاؤ کی شرح کو محسوب کر دو۔

تیسرا طریقہ دھاتی ٹی کے طولی پھیلاؤ کی شرح معلوم کرنے

استعمال ہو سکتا ہے۔

تجربہ ۸۱۔ دھاتی نلی کے لمبی پھیلاؤ کی شرح کا تعین۔ تقریباً ایک میٹر لمبی دھاتی نلی پیروں کے قریب دو عرضی نشان کر دو کمرہ کی تپش پر ان نشانوں کا درمیانی فاصلہ دو متحرک خرد بینوں کو ترتیب دے کر معلوم کر لو یہاں کہ خواص مادہ کے تجربہ سلسلہ میں گزرا اور میٹر کے مقابلہ کرنے میں بتایا جا چکا ہے۔ خرد بینوں ٹیکنوں کو سلیٹ کی تختی پر قائم کرنا مناسب ہے تاکہ نلی کو گرم کرنے سے خرد بینوں کے درمیانی فاصلے پر کوئی اثر نہ پڑ سکے۔ نشانوں کو پھر خرد بینوں کے ماسکوں پر لاؤ۔ نلی میں سے بھاپ کی روگزارد۔ نلی کو اس طرح ترتیب دو کہ اس کے ایک سرے کا نشان ہیرسلی خرد بین کے صلیبی تار سے منطبق ہو جائے اور دوسری خرد بین کو اتنا ہسٹاؤ کہ اس کا صلیبی تار دوسرے سرے کے نشان پر آجائے۔ دوسری خرد بین کو جس قدر ہسٹاؤ پڑے وہ فاصلہ ناپ لو۔ یہ فاصلہ نلی کے طول میں اضافہ ہے۔ اس مفروضہ کی بناء پر کہ نلی ۱۰۰ ہر تک گرم کی گئی ہے طوی پھیلاؤ کی شرح محسوب کرو۔

۲۔ مائع کے پھیلاؤ (بسط) کی شرح

کسی مائع کے پھیلاؤ کی شرح کی تعریف دو مختلف طریقوں پر ہو سکتی ہے۔

(۱) صفر پھیلاؤ کی شرح۔ کسی مائع کے پھیلاؤ کی شرح سے مراد

وہ نسبت ہے جو اُمر کے اضافہ پر تپش سے پیدا ہونے والے اضافہ حجم اور اُمر کے حجم کے درمیان ہو۔

پس اگر ج اُمر پر اور ج' ہر پر حجم ہوں اور ص پھیلاؤ کی شرح

$$ص = \frac{ج - ج'}{ج}$$

اگر ہم یہ فرض کر لیں کہ اضافہ پش کے ساتھ شے ہوا اس طریقہ پر پھیلتی ہے، یعنی پش کے مساوی تغیرات کے جواب میں اگر حجم میں مساوی تغیرات واقع ہوتے ہوں تو کسی پش ت پر حجم ج مساوات

$$C = \frac{C - C}{C} \text{ سے حاصل ہوگا۔}$$

$$! \quad C = C (1 + C)$$

(۲) دو پشوں کے درمیان پھیلاؤ کی اوسط شرح —
کوئی سی دو پشوں کے درمیان پھیلاؤ کی اوسط شرح وہ نسبت ہے جو فی درجہ اضافہ پش کے لیے حجم کے اضافے اور ابتدائی حجم کے درمیان ہو۔
چنانچہ اگر ت اضافہ پش کے حجم ج سے ج میں تبدیل ہو جائے تو اوسط پھیلاؤ کی شرح

$$\frac{C - C}{C} \text{ ہوگی۔}$$

یاد رہے کہ یہاں یہ قید نہیں لگائی گئی ہے کہ ابتدائی پش : ہر ہو۔
پانی جیسی شے کے لیے جو ہوا اور انہیں پھیلتی، پھیلاؤ کی شرح کی تعریف ایسی ہی ہونی چاہیے۔

ایلیک کی کثافت پش کی تبدیلی کا اثر

فرض کرو کہ ج اور ث کسی ایلیک کی دی ہوئی کمیت کے لیے : ہر ہر حجم اور کثافت کو ظاہر کرتے ہیں تو ایلیک کی کمیت ج ث ہوئی۔
فرض کرو کہ کسی دوسری پش ت ہر ہر ج اور ث حجم اور کثافت کو تعبیر کرتے ہیں تو ایلیک کی کمیت ج ث ہوئی۔ لیکن دونوں پشوں کی کمیت ایک ہی ہے۔

$$\text{لہذا } ح \text{ ث} = ح \text{ ث}$$

$$\frac{ح}{ح} = \frac{ث}{ث}$$

$$\text{لیکن } \frac{ح}{ح} = 1 + ع \text{ ت}$$

$$\text{حاصل ہوتا ہے } \frac{ث}{ث} = (1 + ع \text{ ت})$$

$$\text{یا ث} = \text{ث} (1 + ع \text{ ت})$$

، مساوات اور ح والی مساوات میں جو فرق ہے اس پر خیال رکھنا
دری ہے۔ پیش میں اضافہ کا افرعام طور پر یہ ہے کہ حجم میں اضافہ ہو لیکن
افت میں کمی ہو جائے۔

پھیلاؤ کی شرح مساوات ذیل سے حاصل ہوتی ہے:-

$$\frac{\text{ث} - \text{ث}}{\text{ت} - \text{ت}} = ع$$

اسی طرح، دو پیشوں ت اور ت کے درمیان پھیلاؤ کی اوسط شرح
اس طرح دکھا سکتے ہیں:-

$$\frac{\text{ث} - \text{ث}}{\text{ت} - \text{ت}} = ع$$

اں ت، ت پر اور ت، ت پر کثافت ہے۔

پانی کے پھیلاؤ کی شرح پیش کے مختلف وقفوں کے لیے

اگر شے مائع کی شکل میں ہو تو اس کی کثافت کی تبدیلی معلوم کرنا زیادہ آسان
ہے نسبت اس کے کہ مائع کی دی ہوئی کثافت کے حجم کی تبدیلیاں دریافت
جائیں۔ عموماً جو طریقہ متعمل ہے، یہ ہے کہ کثافت اضافی کی بوتل کو خاص

نشان تک مختلف تپشوں پر مائع سے بھر بھر کر اس کے اندر موجودہ مائع کی مقدار کو تول لیا جاتا ہے۔

تجربہ ۸۷۔ پانی کا پھیلاؤ کثافت انسانی کی بوتل کے طریقے سے۔ اس صورت میں مائع کی کثافت بوتل کے اندر کے مائع کے وزن کے متناسب ہوتی ہے۔ ۱۰۰ کعب سمر گنجائش کی کثافت انسانی کی ایک بوتل لے کر اُس کو خشک کر دو اور تول لو۔ بوتل کو ۲۰ درجہ حرارت کی درمیانی تپش پر کے پانی سے خاص نشان تک بھر دو۔ بوتل اور پانی کو بحالت مجموعی تول لو۔

بوتل کو خالی کر دو۔ اور اُس کو ایک پن جنتر میں رکھ کر تقریباً ۲۰ درجہ تپش کو بڑھاؤ۔ پن جنتر میں سے پانی لے کر اُس کو بھر دو اور پانی کی سطح کو بوتل کی گردن پر کے نشان تک ٹھیک کر لو، جب کہ بوتل ابھی جنتر کے اندر ہی ہو۔ جنتر کی تپش دیکھ لو۔ جنتر میں سے پانی سے بھری ہوئی بوتل کو علیحدہ کر دو اور بوتل کی بیرونی سطح کو احتیاط سے خشک کر لو اور پھر تول لو۔

پن جنتر کی تپش کو تقریباً ۴۰ درجہ ۶۰ درجہ اور ۸۰ درجہ کے لیے ترتیب دے کر بوتل کو ان تپشوں پر نشان معین تک بھر کر تجربے کو دہراؤ۔ تولنے کے دوران میں دونوں بوتل اور پانی کافی ٹھنڈے ہو جائیں گے اور مائع کی سطح بوتل کی گردن کے نشان سے نیچے آ کر جائیگی۔ اس کا کوئی خیال نہ کیا جائے۔ بوتل کے اندر مائع کی موجودہ مقدار وہی ہے جو جنتر کی تپش پر بوتل کو اُس نشان تک پُر کئے ہوئے تھی، سکڑاؤ کی وجہ سے اُس کی کمیت میں کوئی تغیر نہیں پیدا ہوتا۔

تاہم یہ ضروری ہے کہ بلند تپشوں پر حتی الوسع جلد سے جلد تول لیا جائے تاکہ تغیر کے عمل سے وزن میں معتد بہ کمی واقع نہ ہو۔ گرم بوتل کے قریب اوپر کی جانب حملی رد کی وجہ سے بھی

خطا پیدا ہوگی اور اسی لیے یہ مناسب ہے کہ تولنے سے پہلے
بوتل کو ٹھنڈے پانی کے نل کے نیچے جلد ٹھنڈا کر لیا جائے۔
پہلی تپش پر (۲۰ درجہ اور ۷۰ درجہ کے درمیان) بوتل
کو پُر کرنے والے پانی کی کمیت (گراموں میں) کو عدد ۱ اُس تپش
پر برتن کے حجم کے برابر لے سکتے ہیں جب کہ تپش کے اس
قطع کے لیے تجربہ کی صحت کے حدود کے اندر پانی کی کثافت
ایک گرام فی مکعب سمر ہو۔

دیگر تپشوں کے لیے جن پر مشاہدات کئے گئے ہیں بوتل کی گنجائش
ح کو ضابطہ

$H = H_0 + (t - t_0) \times \alpha$
استعمال کر کے محسوب کرو، جہاں H_0 شیشے کے مکعب پھیلاؤ کی شرح ہے۔
 α کی قیمت تقریباً ۰.۰۰۰۰۲۵ فی ۱ درجہ فی ۱ گرام فی مکعب ہے۔
بوتل کے اندر پانی کی کمیت کو اُس تپش پر بوتل کے محسوب شدہ حجم
سے تقسیم کر کے ہر تپش پر پانی کی کثافت معلوم کرو۔ ان مقداروں کو ذیل کی جدول
میں ترتیب دو:-

تپش	بوتل میں ابع کی کمیت	بوتل کا حجم (محسوب شدہ)	ابع کی کثافت

۲۰ درجہ اور ۷۰ درجہ پر کی کثافتیں معلوم کرو اور ان دو تپشوں کے درمیان
پانی کے پھیلاؤ کی اوسط شرح ذیل کی مساوات سے حاصل کرو:-

$$\text{اوسط حد} = \frac{(H_2 - H_1) \times 100}{(t_2 - t_1)}$$

نیز ۲۰ مر تا ۲۰۰ مر ۲۰ مر تا ۹۰ مر اور ۹۰ مر تا ۸۰ مر کے لیے بھی اسی طریقہ سے پھیلاؤ کی اوسط شرح کو محسوب کر دے۔
کثافت کی تبدیلی بلحاظ پتھروں کے لیے ایک منحنی اور پھیلاؤ کی شرح کی تبدیلی بلحاظ پتھروں کے لیے بھی ایک منحنی کھینچو۔
پھیلاؤ کی اوسط شرح ۲۰ مر تا ۲۰۰ مر عملی طور پر وہی ہے جو ۳۰ مر پر پھیلاؤ کی شرح ہے۔ دیکھو ہذا۔

شیشے کے مغز کے ذریعہ مختلف

پتھروں پر پانی کی کثافت معلوم کرنا

شیشے کے مغز کا وزن پانی میں مختلف پتھروں پر معلوم کرنے سے پانی کی کثافت کی تبدیلی بلحاظ پتھروں معلوم ہو سکتی ہے۔
فرض کر دو کہ شیشے کے جوڑ کا حجم ۰ مر ۲۰ ح ہے اور بس شیشے کے مکعب پھیلاؤ کی شرح ہے تو کسی پتھر کے ۰ مر ۲۰ جوڑ کا حجم ح = ح (۱ + ہا) ہو گا۔ معمولی شیشے کے لیے ہا کی قیمت تقریباً ۰۰۰۰۲۵ ہے۔
اگر شیشے ۰ مر ۲۰ پر پانی کی کثافت کو ظاہر کرے تو پانی کے اندر بالکل ڈوبے ہوئے مغز سے ہٹائے ہوئے پانی کا وزن ح ش = ح (۱ + ہا) ہو گا۔ لیکن اصول ارشمیدس کی بناء پر یہ وزن پانی میں نقصان وزن کے برابر ہے۔ اس کو دیکھو۔
پس ح (۱ + ہا) ش = و

$$\text{اور ش} = \frac{و}{ح (۱ + ہا)}$$

ح کی قیمت بالواسطہ طور پر اس طرح معلوم ہوگی کہ مغز کا نقصان وزن معلوم کر لیا جائے جب کہ وہ ایسے پانی کے اندر ڈوبا ہوا ہو جس کی

پیش تقریباً ۴۰ درجے۔ اگر پیشیں ۴۰ درجے سے بہت دور نہ ہوں تو پانی کی کثافت ایک گرام فی مکعب سمرے سے لے سکتے ہیں اور اس طرح اس پیش پر مغزق کا حجم فوراً معلوم ہو جاتا ہے۔

تجربہ ۱۰۰۰ — شیشے کے مغزق کے ذریعہ مختلف پیشوں پر پانی کی کثافت کا تعین — مغزق کی ایک سادہ اور سہل کار صورت یہ ہے کہ شیشے کے ایک جوفے کے اندر سے کے چترے ہوتے ہیں۔ جوفہ کو مہر کرنے سے پہلے چتروں کی مقدار کو اس طرح مرتب کر لینا چاہیے کہ جوفہ پانی کے اندر ڈوبنے کے لیے کافی وزن ہو جائے۔ باریک تار کے ذریعہ جوفہ کو حساس ترازو کے ایک بازو کے ساتھ لٹکا دیتے ہیں۔ اگر بند ڈبے کی کیسائی ترازو استعمال کی گئی ہو تو ترازو دان کے پینڈے میں ایک چھوٹا سا سوراخ بھی ہونا چاہیے جس میں سے تار گزر سکے۔ ایک دوسرا سوراخ اُس تختہ (Shelf) میں بھی بنانا چاہیے جس پر ترازو دان رکھا ہو تاکہ تار ان دو سوراخوں میں سے آزادی کے ساتھ گزر سکے۔ تار کے زیرین سرے سے مغزق باندھ دیا جاتا ہے اور یہ پانی کے ایک بڑے برتن میں کلیئہ ڈبو دیا جاسکتا ہے۔ اور یہ برتن کسی مطلوبہ پیش تک گرم کیا جاسکتا ہے۔ اُس مقام پر جہاں کہ تار پانی کی سطح میں سے گزرتا ہے، سطحی تناؤ کے اثر کو کم کرنے کے لیے تار کے قطر کو ۱۰ درجے سے زیادہ نہیں ہونا چاہیے۔

مغزق کا پہلے ہوا میں دھڑا کر لیا جاتا ہے۔ اس کے بعد اس کو برتن کے اندر پانی میں بالکل ڈبو کر دوبارہ وزن کر لیا جاتا ہے۔ دونوں وزنوں کے فرق سے پانی میں نقصان وزن معلوم ہو جاتا ہے۔ پہلا مشاہدہ اُس وقت حاصل کیا جاسکتا ہے جب کہ پانی تقریباً ۴۰ درجہ تک ٹھنڈا کر دیا گیا ہو۔ پھر منتر کو ۱۰ درجہ تک گرم کرو اور اس کو آہستہ آہستہ ٹھنڈا ہو سنے دو۔

اُس صورت میں جب کہ جنتر سرد ہو رہا ہو تپش کو قابو میں رکھنا اور نکلنے کے دوران میں اُس کو ایک قائم قیمت پر لے آنا زیادہ سہل ہے۔
 ہنسی مشعل کے شعلہ کی جسامت یا جنتر سے نیچے اُس کے فاصلہ کو اعتیاد سے بدل کر اُسے اس طرح مرتب کرنا چاہیے کہ مشاہدہ کے وقت تپش مستقل رہے۔ مشاہدات کے دوران میں پانی کو اچھی طرح ہلاتے رہنا ضروری ہے تاکہ ساری کیت میں تپش ہموار رہے۔ نقصان وزن اور تپش کے مشاہدات ۱۰ امریا ہ امر کے وقفہ پر لینے چاہئیں۔

پانی کی کثافت کو مختلف تپشوں پر بتانے کے لیے ایک جدول تیار کی جائے اور نتائج کو مرین داد کاغذ پر مرتسم کیا جائے۔
 مشہورہ تپشوں کے ستوالی یا متصلہ جوڑوں کے درمیان پانی کے پھیلاؤ کی اوسط شرحوں کا حساب لگائے۔

وزن تپش پیم

وزن تپش پیم شیشے کا ایک اسطوانی جوف ہوتا ہے جس کی گردن کو کھینچ کر باریک نلی کی طرح بنا دیا جاتا ہے۔ اس نلی کو اس طرح موڑ دیتے ہیں کہ اُس کا کھلا سرا مائع کے برتن میں ڈوب سکے۔ اس آلہ کو مائع کے پھیلاؤ کی شرح معلوم کرنے کے لیے استعمال کرتے ہیں۔ سادہ طور پر ہم اس کو یوں سمجھ سکتے ہیں کہ یہ ایک آلہ ہے جو کوئی سی دو معلوم تپشوں پر کے مائع کی کثافتوں کا مقابلہ کرنے کے لیے کام میں لایا جاتا ہے۔
 فرض کرو کہ

ج = وزن تپش پیم کا حجم : ہر پر۔
 ک = مائع کی کیت جو اُس کو : ہر پر ہڑ کرتی ہے۔
 ش = مائع کی کثافت : ہر پر۔

نیز فرض کرو کہ ج، ک، اور ث، ت ہر پرہ ان کی متناظر قیمتیں ہیں۔

اگر بہا غیشے کے مکتب پھیلاؤ کی شرح ہے تو

$$ج = ح (۱ + بہا ت)$$

کشافیت کی تعریف کسی بناء پر ذیل کے رشتے حاصل ہوتے ہیں :-

$$ک = ج \cdot ث \text{ اور } ک = ج \cdot ث$$

$$\text{لہذا } \frac{ج \cdot ث}{ج \cdot ث} = \frac{ک}{ک}$$

$$یا \quad \frac{ث}{ث} = \frac{ک}{ک} \left(\frac{ج}{ج} \right)$$

$$= \frac{ک}{ک} (۱ + بہا ت)$$

لیکن صفحہ (۳۳۲) پر ثابت کیا جا چکا ہے کہ

$$\frac{ث}{ث} = (۱ + عہ ت)$$

جہاں عہ مائع کے مطلق پھیلاؤ کی شرح ہے۔

$$\text{لہذا } \frac{ک}{ک} = (۱ + عہ ت) \left(\frac{ک}{ک} \right) (۱ + بہا ت)$$

اس مساوات کو عہ کے لیے حل کرنے سے ذیل کا رشتہ حاصل ہوتا ہے :-

$$عہ = \frac{ک - ک}{ک \cdot ت} + \frac{ک}{ک}$$

یاد رہے کہ اس نتیجہ کے حاصل کرنے میں کسی تقریبات سے کام نہیں لیا گیا۔
 اگر پیش پیما کے جوئے کے پھیلاؤ کو نظر انداز کیا جائے تو $10 =$ اور
 مائع کے ظاہری پھیلاؤ کی شرح

$$\frac{ک - ک'}{ک' ت} =$$

تجربہ ۷۶۔ وزن پیش پیما کے ذریعہ۔

گلسرین کے پھیلاؤ کی شرح کی تعیین —
 خالی پیش پیما کا وزن معلوم کرو۔ جوئے کو کمال اعتیاد کے ساتھ
 ہنسی شعلہ پر گرم کر کے اور اس کے منہ کو گرم گلسرین والے برتن میں
 ڈوبا ہوا رکھ کر پیش پیما کو گلسرین سے بھر دو۔ جیسے جیسے جوئے سرد ہو گا
 گلسرین اس کے اندر گھنچ آئیگی۔ بار بار گرم اور سرد کر کے جوئے کو گلسرین
 سے مکمل بھر دینا چاہیے۔ جب جوئے ٹھہرے کی پیش تک سرد ہو جائے
 تو اس کو کھلی ہوئی برف سے بھرے ہوئے ایک برتن میں اس طرح
 رکھ دو کہ وہ برف سے پورے طور پر گھرا رہے مگر اس کا منہ گلسرین
 کے اندر ہی ڈوبا رہے۔ جس وقت جوئے نہ تک سرد ہو رہا ہو تو
 ایک چھوٹی سی پیالی یا کٹھالی کو تولو۔ پیش پیما کو برف سے
 نکال لو اور پیالی کو اس طرح رکھو کہ خارج ہونے والا مائع اس میں رہے۔
 پیش پیما اور پیالی کو ایک ساتھ وزن کرو۔ اور پیش پیما کو ۱۰ گھر پر
 پر کرنے والی گلسرین کی کمیت معلوم کرو۔

اس کے بعد پیش پیما کو پانی کے ایک منقارے میں
 رکھ کر نقطہ جوش تک گرم کرو اور خارج ہونے والی گلسرین کو بجا
 دو۔ پیش پیما کو نکال لو اور اس کو ٹھہرے کی پیش تک ٹھنڈا ہونے
 دو۔ مائع ٹھنڈا جائیگا لیکن اس پر بھی مائع کی کمیت وہی رہے جو
 پیش پیما کو ۱۰ گھر پر ہو کر تھی۔ پیش پیما کو دوبارہ تولو اور

گلسرین کی کمیت اخذ کرو -
گلسرین کے ظاہری پھیلاؤ کی شرح محسوب کرو - شیشے کے
پھیلاؤ کی شرح کو معلوم ان کے مطابق پھیلاؤ کی شرح بھی محسوب کرو -

حجم بسط پیمیا

بسط پیمیا میں ایک اسطوانی جو ذہ ہوتا ہے جس پر ایک سیدھی
درجہ دار نلی لگی ہوتی ہے - اگر تنے پر کے پہلے نشان تک جو ذہ کا حجم
معلوم ہو اور نلی کے ایک درجہ کا متناظر حجم بھی معلوم ہو تو یہ آلہ کسی مایع کے
ظاہری پھیلاؤ کی شرح معلوم کرنے کے لیے استعمال ہو سکتا ہے -
تجربہ ۹ - کسی مایع کے ظاہری پھیلاؤ
کی شرح کا تعین بسط پیمیا کے ذریعہ - پہلے خالی
بسط پیمیا کو تول لو - اس کے بعد ایک معلوم کثافت کا مایع لے کر
تنے کے پہلے نشان تک بھرو - اور پھر تول لو - اس طرح معلوم
شدہ کمیت سے جو ذہ کا حجم محسوب کرو - تنے کے سرے کے قریب
و اسے کسی نشان تک بسط پیمیا کو بھر دو اور پھر تول لو - تنے کے ایک
معین طول کو پڑیے ہوئے مایع کی کمیت معلوم کر لو اور تنے کے
اس طول کا حجم محسوب کرو - پیمانے کے ایک درجہ کے متناظر حجم
کو اخذ کرو -

کسی مایع کے ظاہری پھیلاؤ کی شرح معلوم کرنے کے لیے
جوزے اور تنے کے کچھ حصے کو مایع سے بھر دو اور برف میں رکھ کر
تمام کا تمام ° حر تک ٹھنڈا کرو - تنے میں مایع کا مقام پڑھ لو -
پھر مین جنٹریں رکھ کر کسی معلوم تپش تک گرم کرو اور تنے میں مایع
کا مقام دوبارہ دیکھ لو - ان مقدروں کے متناظر حجموں کا حساب لگاؤ - صوابد
ج = ج (۱ + ع ت) کی مدد سے ظاہری پھیلاؤ کی شرح محسوب کرو -

۳۔ گیسوں کا پھیلاؤ

مستقل دباؤ پر ہوا کا پھیلاؤ

جب کسی گیس کی ایک دی ہوئی گیت مستقل دباؤ کے تحت اضافہ تپش کے اثر سے پھیلتی ہے تو مساوات ذیل سے حجم اور تپش کے مابین رشتہ ظاہر ہوتا ہے :-

$$x = (x + 1) \text{ عادت}$$

جہاں ج سے ت مقرر گیس کا حجم تعبیر ہوتا ہے اور ج سے ۰ مرہم۔
 اعداد کو پھیلاؤ کی شرح کہتے ہیں یا مستقل دباؤ پر اضافہ حجم کی شرح۔
 یہ مساوات کلیہ شامل کو علامات ریاضی میں ظاہر کرتی ہے جو یہ بیان
 کرتا ہے کہ جب گیس کی ایک مقررہ گیت مستقل دباؤ کے تحت پھیلتی
 ہے تو پیش کیے ہر درجہ کے اضافہ کے لیے حجم میں ۰ مرہم کے حجم
 کی ایک معین کسر کا اضافہ ہوتا ہے۔

بجی بی ۹۱ مستقل
وباؤ پر نیا کے پھیلاؤ کی

نشر کی تقسیم —————

مکعب سمرگنخائش کی ایک صراحی کے

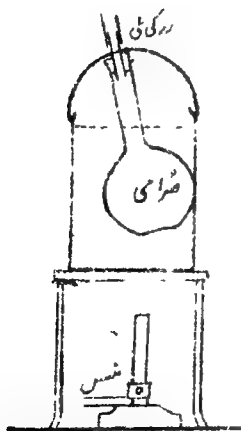
ساتھ رہنے کی ایک چست روک ٹوک

کا انتظام ہوتا ہے جس میں سے شیشے

کی ایک چھوٹی نلی گزرتی ہے۔

نہی کا زیرین سرار دک ڈاٹ کے

ساتھ ہموار ہونا چاہیے اور بالائی سرا



روک ڈاٹ سے اوپر ۲ یا ۳ سر سے زیادہ نکلا ہوا نہیں ہونا چاہیے۔
خیشے کی نلی کے باہر نکلے ہوئے حصہ سے تقریباً ۵ سمرلہا دبر کی نلی کا
ٹکڑا جوڑ دیا جاتا ہے۔

صرّاحی کا ڈاٹ اور نلی ابھی طرح خشک کر لیے جائیں خشک
کرنے کا عمل آد کو متعین رُوح سے دھو کر اور اُس میں سے ہوا کی رو
گزار کر پورا کر سکتے ہیں۔ اب خشک صرّاحی کا وزن ۱۰ معلوم
کر لیا جاتا ہے۔

اس کے بعد ڈاٹ لگی ہوئی صرّاحی کو پانی کے ایک
برتن میں رکھتے ہیں جو رفتہ رفتہ نقطہ جوش تک گرم کیا جاتا ہے۔
اگر برتن میں تار کا دستہ لگا ہوا ہو تو اس سے پانی میں ڈوبی ہوئی
صرّاحی کے پکڑنے کا کام لیا جاسکتا ہے (شکل ۱۱۶)۔ نقطہ جوش
پر پہنچ چکنے کے بعد کم سے کم پانچ منٹ تک صرّاحی کو پانی کے
اندر ہی رکھا رہنے دیا جائے تاکہ اندر کی ہوا جوش کھائے ہوئے پانی
کی تپش پر جس کو ہم ۱۰۰ حرّیّہ کریشکے بہ پہنچ جائے۔ اس کے
بعد دبر کی نلی کو اٹھوٹھے اور انگلی کے درمیان مضبوطی کے ساتھ
دبا دیا جاتا ہے۔ اور صرّاحی کو تینہری کے ساتھ اُس برتن سے

باہر نکال کر ٹھنڈے پانی کے

ایک بڑے برتن میں اودھا

دیتے ہیں (شکل ۱۱۷)۔

جوں ہی ڈاٹ ٹھنڈے

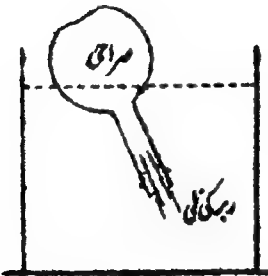
پانی کی سطح سے نیچے ہو جاتی

ہے دبر کی نلی کو چھوڑ دیا جاتا

ہے تاکہ ٹھنڈا پانی صرّاحی میں

داخل ہو سکے۔ صرّاحی کی گردن

کو نیچے کی طرف ہی رکھ کر مری



شکل ۱۱۷۔ صرّاحی ٹھنڈے پانی میں

کئی منٹ تک۔ پانی کے اندر ڈوبا ہوا رکھنا چاہیے تاکہ اُس کا
ماہیہ پانی کی تپش پر آجائے۔ فرض کرو کہ تپش تہ ہے۔
اس کے بعد صراحی کو اونچا کیا جاتا ہے یہاں تک کہ پانی
کی سطح صراحی کے اندر بھی وہی ہو جاتی ہے
جو باہر کی سطح ہے۔ یعنی یہاں تک کہ اندر کی ہوا کا دباؤ
وری ہو جائے جو کہ ہوائی کا دباؤ ہے۔ جب یہ شرط پوری ہو جاتی
ہے تو ربر کی نلی کو داب کر بند کر دیتے ہیں اور صراحی کو پانی سے
باہر نکال لیا جاتا ہے اور پھر اُس کو سیدھا کر دیتے ہیں۔ بیرونی
سطح کو خشک کر کے صراحی کو تول لیا جاتا ہے۔ فرض کرو کہ یہ وزن
دہ ہے۔

اس کے بعد صراحی کو ٹھنڈے پانی سے بالکل بھر دیتے
ہیں اور ڈاٹ لگا دیتے ہیں تاکہ پانی شیشے کی نلی کو بھی بھر دے اور
وزن دہ معلوم کر لیا جاتا ہے۔

ساری صراحی کو بھرنے والے پانی کا وزن (و - و) گرام ہے۔
لیکن ایک گرام پانی اکعب سمرجہ گھیرتا ہے۔ پس بوتل کا حجم و - و اکعب سمر
ہے۔ اب جب کہ بوتل جوش کھاتے ہوئے پانی میں تھی تو اُس کے اندر کی ہوا
تمام حجم کو پُر کیے ہوئے تھی اور دباؤ کہ ہوائی کا تھا۔
فرض کرو کہ یہ حجم ج ہے تو

ج = و - و اکعب سمر

جب صراحی تپہ ہوا لے ٹھنڈے پانی میں رکھی گئی تو ہوا کا حجم گھٹ گیا یہاں
تک کہ ج ہو گیا۔ ذرا غور کرو تو معلوم ہو گا کہ

ج = و - و اکعب سمر

در اصل صورت حال یہی ہے کیونکہ اس کمتر تپش پر ہوا اُس قدر حجم گھیرے
ہوئے تھی جس قدر کہ بوتل کے اندر چڑھا ہوا پانی پُر نہیں کرتا تھا۔ اس طرح
حجم ج اور ج معلوم ہو جاتے ہیں۔

لیکن یہ ضروری ہے کہ ان حجموں کو ۰ ص کے حجم پر تھویلی کریں تاکہ پھیلاؤ کی شرح کا حساب لگایا جائے۔ یعنی ہمارے پاس دو مساواتیں ہیں۔

$$ج = ج (۱ + ۱۰۰ ص)$$

$$ج = ج (۱ + ت ص)$$

جن میں دو مجهول مقدار ہیں۔

پہلی مساوات کو دوسری سے تقسیم کر دو

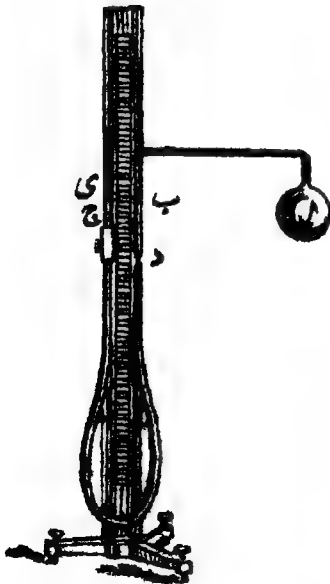
$$\frac{ج}{ج} = \frac{ج (۱ + ۱۰۰ ص)}{ج (۱ + ت ص)}$$

جس سے مندرجہ ذیل رشتہ حاصل ہوتا ہے:

$$ص = \frac{ج - ج}{ج (۱ + ت ص)}$$

اور اس رشتہ سے ص کی قیمت محسوس ہو سکتی ہے۔

مستقل حجم والا ہوائی پیش بیا



جب کسی گیس کی ایک مین گیمٹ ایسے برتن میں رکھی جائے جس کا حجم غیر متغیر رہتا ہے تو گیس کی وجہ سے برتن کی دیواروں پر جو دباؤ پڑتا ہے، وہ پیش کے اضائف کے ساتھ ساتھ بڑھتا جاتا ہے۔ گیس کے دباؤ اور پیش کے مابین رشتہ اس آلیس کے ذریعہ جانچ سکتے ہیں جس کو مستقل حجم والا کیسی پیش بیا کہتے ہیں۔ اور جس کو ٹولی (Jolly) کے نام سے یاد کیا تھا۔

فصل ۱۱۱۔ جولی کا مستقل حجم والا کیسی پیش بیا

گیس ٹیشے کے فانوس ۱ (شکل ۵۷۷) میں رکھی جاتی ہے جس کو کسی مطلوبہ تپش تک پانی یا تیل کے جنٹر کی مدد سے جس میں وہ رکھا جاتا ہے گرم کر سکتے ہیں۔ اس فانوس کو دباؤ کی پیمائش کے لیے باریک سو رانج کی ایک ٹیشے کی نلی کے ذریعہ پارے کے فشار پیمائش کے ساتھ ملحق کر دیتے ہیں۔ فشار پیمائش فیثے کی دوبہت چوڑی نلیاں ب د اور ی ج ہوتی ہیں جو ایک لمبی رہبر کی نلی سے ملا دی جاتی ہیں۔ اس میں پارا اتنی کافی مقدار میں ہوتا ہے کہ رہبر کی نلی اور ٹیشے کی چوڑی نلیوں کا کچھ حصہ بھر جاتا ہے۔ ٹیشے کی نلی ی ج کو اؤنچا نیچا کر کے ب د میں پارے کی سطح کو مرتب کر سکتے ہیں یہاں تک کہ پارے کی ہلالی سطح ٹیشے کے نمایندہ کی نوک کو عین چھو لے۔ یہ نمایندہ چوڑی اور تنگ نلیوں کے مقام اتصال کے قریب ب کے اندر لگا ہوتا ہے۔

آلے کے استعمال کے دوران میں ب د کے اندر پارے کی ہلالی سطح کا اس خاص وضع میں ہونا ضروری ہے تاکہ فانوس ۱ اور باریک نلی کے اندر گھری ہوئی گیس کا حجم مستقل رہے۔ گیس کی وجہ سے پڑنے والا دباؤ مقام ب پر کے پارے کی سطح پر دباؤ کے برابر ہے۔ یہ دباؤ اس سطح معلوم ہوتا ہے کہ ب پر پارے کی سطح اور ی ج میں پارے کی سطح کا فرق لیا جائے اور می پر کرہ ہوائی کی وجہ سے پارے کی سطح پر واقع ہونے والا دباؤ بھی شمار کیا جائے۔ مشاہدات حاصل کرتے وقت کرہ ہوائی کا دباؤ باریتیا کی بلندی پڑھ کر معلوم کر لینا چاہیے۔

آلے کے استعمال سے متعلق تین امور پر زور دینے کی ضرورت ہے:-
۱۔ پارے کی سطحوں کے مابین فرق کو صحت کے ساتھ معین کرنے کے لیے جو حروری ہے کہ آلہ کو اس طرح ترتیب دیا جائے کہ نلیاں ج اور د اس پیمانہ سے بہت ہی قریب ہوں جو ارتطاع ناپنے کے لیے استعمال کیا گیا ہو۔

۲۔ دباؤ کی پیمائش اُس وقت عمل میں لائی جائے جب کہ گیس کی تپش مستقل ہو۔ جس جنٹر میں ۱ کو ڈبویا گیا ہو اُس کی تپش کو مستقل رکھنے کے متعلق کافی احتیاط کرنی چاہیے جب کہ ی ج کو

مرتب کیا جا رہا ہو اور پارے کی سطحوں کے مابین فرق کا مشاہدہ کیا جا رہا ہو۔
یہ عمل زیادہ سہولت کے ساتھ اُس وقت ہو سکتا ہے جب کہ تپش گر رہی ہو
پہلے اُس وقت کے جب کہ تپش بڑھ رہی ہو۔ لہذا یہ قرین معلومت ہے کہ جس اعلیٰ تپش تک تجربہ کرنا
ہو اُس تپش تک جنٹر کو گرم کر دیا جائے اور پھر جنٹر کو آہستہ آہستہ سرد ہونے
دیا جائے۔ چونکہ اس میں وقت کا کافی فرق ہے اس لیے مناسب یہ ہے کہ
جنٹر کو کسی مطلوبہ تپش سے ایک یا دو درجہ زیادہ گرم کر کے شعلہ ہٹا لیا جائے۔
اب پانی کو اچھی طرح بلایا جائے یہاں تک کہ وہ مطلوبہ تپش تک ٹھنڈا ہو
جائے۔ پانی کے ٹھنڈا ہونے کے دوران میں تقصیر یہی طور پر پارے کی
بلندی مرتب کر لی جاتی ہے۔ اور اُس کو ٹھیک قیمت پر لاتے ہیں۔ جب
یہ تپش پہنچ جاتی ہے تو اُس وقت مقررہ حاصل کر لیا جاتا ہے۔ اس کے بعد
سارے جنٹر کو تیزی کے ساتھ دوسری مطلوبہ تپش سے کسی قدر زیادہ گرم کرتے
ہیں۔ اور پھر وہی عمل دہرایا جاتا ہے۔

تجربہ کی کامیابی کا انحصار اس امر پر ہے کہ جو فہ کے اندر گیس کی تپش
ٹھیک وہی ہو جو کہ باہر جنٹر کی تپش ہے اور اس امر پر بھی کہ اس تپش کا
تعیین صحت کے ساتھ کیا گیا ہو۔

۳۔ جب جنٹر کو سرد ہونے دیا جاتا ہے تو اس امر کی بڑی احتیاط
کرنی چاہیے کہ گیس کے دباؤ میں کمی کے اثر سے ب د کے
اندر کا پارا جو فہ کے اندر نہ چھینچ آئے۔ اس احتمال کو دور کرنے کے لیے
نلی ی ج کو اتنا نیچے کر دے کہ اندک پارا نلی کے سرے سے کافی نیچا
رہے۔ جب تجربہ ختم کر دیا جائے تو نلی ی ج کو اس طریقہ پر
ہمیشہ نیچے کر دینا چاہیے۔

تجربہ ۱۱۱۔ ہوا کی ایک مستقل کمیت کے

دباؤ کی تبدیلی تپش کے ساتھ جب کہ تپش پارے

کے تپش پیمائے کے ذریعہ معلوم کی گئی ہو۔ ہوائی تپش

کے جو ذ کو گرم کرنے کے لیے بن جنٹر اور بن جنٹر کی پیش لینے کے لیے پارے کا پیش پیا استعمال کرو۔ پانی کو نقطہ جوش تک گرم کرو اور جب پیش مستقل ہو جائے تو پیش پیا کو بڑھ لو۔ فشار پیا میں پارے کو ترتیب دے کر ب اور ی کا ارتفاع بڑھ لو۔ اس کے بعد پیش کو تقریباً ۲۰° گرنے دو اور دوبارہ پیش اور دباؤ کے مقدسے حاصل کرو۔ یکے بعد دیگرے فردوں کے درمیان پیش کو تقریباً ۲۰° گرنے دو اور اس طرح مشاہدہ کا ایک سلسلہ حاصل کرو۔ یا مختلف پیشوں پر پارہ اس وقت بھی ترتیب کیا جاسکتا ہے جب کہ پیش بڑھ رہی ہو بشرطیکہ اوپر فقرہ ۲ میں بیان کردہ احتیاطیں برقی گئی ہوں۔ اس صورت میں آخری پیش ۱۰° ہوگی۔

نتائج کو مندرجہ ذیل طریقہ پر قلمبند کرو:—

بار پیا کی بلندی =

نمایندہ نشان کی بلندی ب پر =

پیش	ی کا ارتفاع	ارتفاع کا منق (ی - ب)	۱ میں دباؤ

اب دباؤ کو معین اور پیش کو فصلہ ان کر ہوا کے دباؤ اور اس کی پیش کے اذین رشتہ ترسیبی طریقہ پر ظاہر کرنا چاہیے۔ اس طرح حاصل شدہ نقطے تقریباً ایک خط مستقیم پر ہونے چاہئیں۔ ان نقطوں میں سے گزرتا ہوا ایک ایسا خط سمجھو کہ خط کے اوپر کی جانب اسی قدر نقطے واقع ہوں جتنے کہ نیچے کی طرف ہیں۔ اس خط کے ذریعہ جس کو تجربے کے نتائج کا اوسط بتانے والا منحنی

کر سکتے ہیں دو منتخبہ تپشوں t اور t_p کے متناظر دباؤ معلوم کرو۔ فرض کرو کہ یہ دباؤ D اور D_p ہیں۔

اگر تپشوں کے دباؤ کی شرح اضافہ بلحاظ تپش E ہو تو ہم لکھ سکتے ہیں:-

$$D = D_p (1 + E/t_p)$$

$$D_p = D / (1 + E/t_p)$$

ایک مساوات کو دوسری سے تقسیم کر کے ہم D کو ساقط کر سکتے ہیں اور اس طرح مندرجہ ذیل رشتہ حاصل ہوگا:-

$$\frac{D}{D_p} = \frac{1 + E/t_p}{1 + E/t}$$

اس کو E کے لیے حل کریں تو حاصل ہوگا:

$$E = \frac{D - D_p}{D_p/t - D/t}$$

اس مساوات کی مدد سے E کی قیمت محسوب کرو۔

اگر ہم چاہیں تو منتخبہ تپشوں کو $t = 0$ اور $t_p = 100$ کر لے سکتے ہیں۔ ترسیم کی مدد سے ان کے متناظر دباؤ D اور D_p معلوم کرو اور E کو مساوات ذیل کی مدد سے محسوب کرو:-

$$D_p = D (1 + E/100)$$

اس کے لیے ترسیم کو استعمال شدہ کمترین تپش سے آگے بڑھانا چاہیے۔ اور اسی بڑھائی ہوئی ترسیم کے ذریعہ دباؤ D حاصل ہوگا۔

تقریباً ۹۳ — مستقل حجم والے ہوائی تپش پیک کی مدد سے کسی شے کے نقطہ امانت کی تعیین

— اس تجربہ میں پارے کا تپش پیک استعمال کرنے کی ضرورت

نہیں ہے لیکن مستقل حجم والے ہوائی تپش پیمائی کے ذریعہ بتایا ہوا
تپش کا پیمانہ کام میں لایا جائے۔ ادا تپش پیمائی کے دو ثابت نقطوں
کو متعین کرلو۔ جب کہ جوڑ کے اطراف جنس میں برف ہو تو جوڑ کے
اندہ ہوا کا دباؤ معلوم کر کے نیچے کا ثابت نقطہ متعین کر سکتے ہیں۔
فرض کرو کہ یہ دباؤ D ہے۔ جب جنس نقطہ جویش پر ہو تو جوڑ کے
اندہ ہوا کا دباؤ دیکھ کر اوپر کے ثابت نقطے کی تعین کر دو۔ دراصل
دیکھا جائے تو یہ ضروری ہوگا کہ جوڑ کے اطراف معیاری دباؤ پر
خالص پانی سے بنی ہوئی بھاپ ہونی چاہیے تاکہ یہ نقطہ صحت
کے ساتھ حاصل ہو۔ موجودہ غرض کے لیے یہ کافی ہوگا کہ جوڑ
کو بن جنس میں جوڑ کھاتے ہوئے پانی سے گھیر دیا جائے۔
فرض کرو کہ اس کے متناظر دباؤ D_1 ہے۔ تو

$$D = D_1 + C \quad (1)$$

اس طرح C کی قیمت تجربہ سے معلوم ہو سکتی ہے۔

اب بن جنس میں پانی کی تپش کو مرتب کر دیں تاکہ
وہ ٹھوس شے کے نقطہ انجمت کے برابر ہو جائے۔ اس مقصد
کے لیے ٹھوس کی ایک خفیف سی مقدار پتلی دیوار والی شعری فی
میں رکھی جا سکتی ہے۔ جس کو بن جنس میں ڈبو دیا جا سکتا ہے۔
اس تپش کے متناظر دباؤ D_2 پڑھ لو۔

تو مستقل حجم والے ہوائی تپش پیمائی کے پیمانہ پر ہمیں
مائل ہوگا :-

$$D = D_2 + C \quad (2)$$

جہاں D_2 وہ تپش ہے جس کا تعین مطلوب ہے۔ اور C
کی وہی قیمت ہے جو تجربے کے ذریعے پہلے ہی معلوم ہو چکی ہو۔
تپش D کو اس مساوات کے ذریعہ محسوب کر دو۔

گیسوں پر تجربوں کے نتائج جو بائل اور شارسل کے کلیتوں میں بیان کیے گئے ہیں ایک ہی جملے

د ح = م ت

کے ذریعہ بتائے جاسکتے ہیں۔ جہاں د دباؤ، ح گیس کی ایک دی ہوئی کیمت کے حجم کو ظاہر کرتی ہے، اور ت مطلق تپش ہے یعنی وہ تپش جو منی پیمانہ کے نقطہ انجماد سے ۲۷۳ درجہ نیچے سے شمار کی جاتی ہے۔

ہر ایک مستقل ہے جو بالعموم کیسی مستقل کہلاتا ہے۔ گیسوں سے متعلق حسابات لگانے میں اسی جملے کو استعمال کرنا چاہیے سوائے اُن صورتوں کے جب کہ گیس کی شرح حد تجرباتی مشاہدات کے ذریعہ معلوم کرنی ہو۔

اگر گیس کی ایکائی کیمت پر غور کیا جائے تو ح = $\frac{1}{273}$ جہاں ت گیس کی کثافت ہے۔ اور کیسی مساوات کو اس طرح لکھ سکتے ہیں:-

ت = م ت

اس مساوات میں ہر کیسی مستقل ہے جو گیس کے ایک گرام کے لیے شمار کیا جائیگا۔

کسی شے کا گرام سالمہ، شے مذکور کی وہ کیمت ہے جس میں اتنے ہی گرام ہوں جتنی کہ اُس شے کے سالمی وزن میں اکائیوں موجود ہیں۔ گیس کے ایک گرام سالمے کا حجم طبعی تپش اور دباؤ پر ۲۲۴۱۲ کعب سمر ہوتا ہے۔ ۹۰، مر پائے کے متناظر کمرہ ہوائی کا دباؤ ۰.۵ مر اور ۴۵ عرض بلد اور سطح سمندر پر ۱۰۱۳۲۰۰ ڈائن فی مربع سنتی میٹر ہوتا ہے۔

لہذا ایک گرام سالمہ کے لیے کیسی مستقل

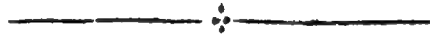
م = $\frac{1}{273}$ ت

$$\frac{22212 \times 11300}{26351} =$$

$$= 9315 \times 10 \text{ ارگ فی درجہ فی گرام سالمہ}$$

$$= 11984 \text{ حرارے فی درجہ فی گرام سالمہ}$$

کہہ گئیں کے ایک گرام سالمے کے لیے ہر معلوم کرنا ہوتا اس
عدہ کو گئیں کے سالمی وزن سے تقسیم کر دینا چاہیے۔



فصل سوم

حرارہ پیمائی

۱۔ حرارت کی مقداروں کی پیمائش

حرارہ پیمائی کے مضمون میں حرارت کی مقداروں کی پیمائش سے بحث کی جاتی ہے۔ اکائی مقدار حرارت وہ مقدار ہے جو پانی کی اکائی کمیت کی تپش کو ایک درجہ بڑھانے کے لیے درکار ہو۔ جو اکائی عملی کاموں میں عموماً مستعمل ہے، وہ حرارہ ہے جس کی تعریف یوں ہو سکتی ہے کہ کسی مخصوص تپش پر حرارت کی وہ مقدار جو ایک گرام پانی کی تپش کو ۱° حر بڑھانے کے لیے درکار ہو۔ یہ مقدار ۰.۲۳۹ حر کے دیا مختلف تپشوں پر بالکل وہی نہیں ہے بلکہ تقریباً وہی ہے۔ مثلاً ۱۰۰ حر کا حرارہ ۲۰ حر کے حرارے سے بقدر ایک ہزار میں ایک جھٹے کے بڑا ہے۔ ذیل کے بیان میں یہ خفیف تبدیلیاں نظر انداز کر دی جائیں گی۔ پس پانی کے ک۔ گراموں کی تپش کو ت° حر سے ت° حر تک بڑھانے کے لیے حراروں کی مطلوبہ تعداد

ح = ک (ت° - ت°) کسی جسم کی تپش کو ۱° حر بڑھانے کے لیے ایک خاص مقدار حرارت درکار ہوتی ہے۔ اس مقصد کو جسم کی گنجائش حرارت کہتے ہیں۔ کسی جسم

آب مساوی پانی کی اُس مقدار کو کہتے ہیں جس کی تپش کو 1° حر بڑھانے کے لیے اُسی قدر حرارت کی ضرورت ہے جس قدر جسم مذکور کو آب مساوی کی مقدار (گسٹاموں میں) عدداً گنجائش حرارت (حرارے فی درجہ معی) کے برابر ہوتی ہے۔ اگر کسی جسم کا آب مساوی و گرام ہو تو اُس جسم کی تپش کو 1° حر سے 1° حر تک بڑھانے کے لیے حرارت کی مقدار:

$$H = W (t_2 - t_1)$$

کسی شے کی اکائی کیست کی گنجائش یا حرارت نوعی حراروں کی وہ تعداد ہے جو اُس شے کے ایک گرام کو 1° حر بڑھانے کے لیے مدکار ہو۔ اگر کسی جسم کی حرارت نوعی کو x حرارے فی گرام فی درجہ معی سے ظاہر کریں تو اُسی شے کے k گراموں کی تپش 1° حر سے 1° حر تک لانے میں حرارت کی مطلوبہ مقدار

$$H = kx (t_2 - t_1)$$

حرارت کی مقداروں کی پیمائش سے متعلق یہ بنیادی مساوات ہے۔ اس مساوات کا مقابلہ گذشتہ مساوات سے کرنے پر ہم دیکھتے ہیں کہ آب مساوی و $k = 1$ ہے۔ پس کسی جسم کا آب مساوی اس طرح محسوب ہو سکتا ہے کہ جسم کی کیست اور اُس کی حرارت نوعی کا حاصل ضرب لیا جائے۔

حرارہ پیم

وہ برتن جو مقدار حرارت کی پیمائش کے لیے استعمال ہوتا ہے، حرارہ پیم کہلاتا ہے۔ اس کو اس طرح ترتیب دینا چاہیے کہ حتی الامکان بیرونی اجسام سے اس میں یا اس سے بیرونی اجسام میں حرارت منتقل نہ ہونے

۱۔ حرارت کا یہ انتقال، ایصال، حمل، یا اشعاع حرارت کی شکل میں وقوع پر ہو سکتا ہے۔ ایصال حرارت کو روکنے کے لیے حرارہ پیماکو کسی ناقص موصل سے عمدہ، روئی، کالک یا آبنوس کے ذریعہ مہارہ لیتے ہیں۔ تھلی رُودوں سے بننے کے لیے بعض وقت برتن کو بھی طرح روئی سے لپیٹ دیتے ہیں۔ یا خلا، دار رہن کے اندر رکھا دیتے ہیں۔ اشعاع کے ذریعہ انتقال حرارت کو روکنے کے لیے عموماً یہ طریقہ اختیار کیا جاتا ہے کہ حرارہ پیماکے گرد ایک بیرونی برتن کا نظام ہوتا ہے اور اندرونی برتن کی بیرونی سطح نہایت مجملہ بنا دی جاتی ہے اور اُس کی خروجیت کم ہو جائے اور بیرونی برتن کا اندرونی پہلو بھی نہایت لہ بنا یا جاتا ہے تاکہ اُس کی انعکاسی طاقت بڑھ جائے۔

ڈیوار (Dewar) کا خلائی برتن جس کو عام بول چال میں تھرماس راجی کہتے ہیں، بعض تجربوں کے لیے سہولت بخش حرارہ پیماکا کام دیتا ہے لیکن شیشہ تمام و کمال ایک ہی تپش پر نہیں ہوتا اس لیے یہ امر دقت طلب ہوتا ہے کہ اُس کی گنجائش حرارت کی کیا قیمت اختیار کی جائے۔

۲۔ کسی ٹھوس کی حرارت نوعی کی تخمین

تجربہ ۹۲۔ کسی ٹھوس کی حرارت

نوعی کی تخمین کے سادہ طریقے۔ ٹھوس کی ایک معلوم

کمیت کو خاص تپش تک گرم کر کے اس کو کمرے کی تپش پر رکھے ہوئے پانی کی ایک معلوم کمیت میں داخل کیا جاتا ہے۔ آخر میں چل کر ٹھوس اور پانی ایک مشترک تپش پر پہنچ جاتے ہیں جس کا مشاہدہ کر لیا جاتا ہے۔ اس کے بعد ٹھوس کی حرارت نوعی محسوب ہو سکتی ہے۔

سب سے پہلے ٹھوس کو تول لینا چاہیے تاکہ اُس کے گرم ہونے تک دوسری چیزیں ٹولی جا سکیں۔ اگر ٹھوس کسی دھات کا

ٹکڑا ہے تو اس کو باریک دھاگے یا سارے سے ہاندھ کر پانی کے ایک برتن میں ڈبو دو جس کو نقطہ جوش تک گرم کر سکتے ہیں۔ اگر ٹھوس کسی شے کے باریک ٹکڑے ہوں (جیسے سیسے کی گولیاں یا پینٹل کی جھیلن) تو ان ٹکڑوں کو شیشے یا دھات کی پتلی استحانی نلی میں ڈال کر نلی کو جوشن کھاتے ہوئے پانی میں گرم کرو۔ ٹھوس، شے کو کافی وقت تک اس پانی میں رکھا رہنا چاہیے تاکہ وہ تمام وکال ایک مستقل تپش پر پہنچ جائے۔

جب کہ ٹھوس شے گرم ہو رہی ہو حرارہ پیم (مع بلانی) تول لیا اور پھر اس میں تقریباً دو تہائی تک پانی ڈال کر دوبارہ تول لو۔ پانی کی تپش قلمبند کر لو۔

جب ٹھوس کی تپش جوش کھاتے ہوئے پانی کی تپش پر پہنچ جائے تو اس کو حرارہ پیم میں جس قدر جلد ممکن ہو سکے منتقل کرو۔ اگر ٹھوس ٹکڑوں کی شکل کا ہو تو استحانی نلی کو ایک مناسب رستے سے پکڑ کر اس طرح جھکاؤ کہ ٹکڑے حرارہ پیم میں گر جائیں۔ حرارہ پیم کے اندر پانی کو ہلاتے رہو اور احتیاط کے ساتھ اس غلظت تپش کا مشاہدہ کرو جو تپش پیم کے ذریعہ ظاہر ہوتی ہے۔ جب ٹھوس سالم ٹکڑے کی شکل کا ہو تو جس وقت اس ٹکڑے کو ڈوری کے ذریعہ پانی سے باہر نکال کر حرارہ پیم میں ڈالتے ہیں تو اس کے ساتھ پانی کی ایک تھوڑی سی مقدار حرارہ پیم میں منتقل ہو جاتی ہے جس کو کسی طرح نہیں روکا جاسکتا۔ اس کی وجہ سے تجربہ میں ابہم خطا پیدا ہو جاتی ہے۔

مندرجہ ذیل مثال کے ذریعہ مشاہدات کے قلمبند کرنے اور حساب لگانے کے طریقہ کی توضیح ہوتی ہے۔۔۔

مثال — — — یسے کے پھڑوں کی حرارت نوعی کی تخمین — — —
پھڑوں کی کمیت
۲۰۰ گرام

حرارہ پیاؤ اور پانی کی کمیت	= ۳۰۰ گرام
حرارہ پیاؤ پانی اور پانی کی کمیت	= ۲۵۲ گرام
پانی کی کمیت	= ۲۱۲ گرام
چھروں کی ابتدائی تپش	= ۱۰۰ °م
پانی کی ابتدائی تپش	= ۱۵۰ °م
پانی اور چھروں کی آخری تپش	= ۳۰۰ °م

یہاں پر ہم یہ فرض کیے لیتے ہیں کہ ٹھوس شے سے جو حرارت ۱۰۰ °م سے تپش تک ٹھنڈا ہونے میں خارج ہوئی ٹھیک برابر ہے اُس حرارت کے جو پانی اور حرارہ پیاؤ میں جذب ہوئی جب کہ ان کی تپش تپ سے بڑھ کر تپ ہو جائے۔

اگر ٹھوس کی حرارت نوعی x ہو تو خارج شدہ حرارت

$$۲۰۰ \times x - (۱۰۰ - تپ) \times حرارے ہوگی۔$$

حرارہ پیاؤ کا "آب مساوی" مساوی ہے اُس کی کمیت مضروب اُس دھات

کی حرارت نوعی (۰.۹۵ فرض کر دو)

$$= ۰.۹۵ \times ۳۰۰ = ۲۸۵ گرام$$

مجموعی آب مساوی (بشمول حرارہ پیاؤ پانی)

$$= ۲۱۲ + ۲۸۵ گرام$$

$$= ۴۹۷ گرام$$

پانی اور حرارہ پیاؤ کا کسب حرارت

$$= ۲۱۲ \times (۱۵ - ۱۰۰)$$

$$= ۴۹۷۸ حرارے$$

اس کے بعد ہم ایک مساوات لکھ لیتے ہیں جو اس امر کو ظاہر کرتی ہے کہ ٹھوس سے خارج شدہ حرارت مساوی ہے اُس حرارت کے جو پانی اور حرارہ پیاؤ نے حاصل کی۔

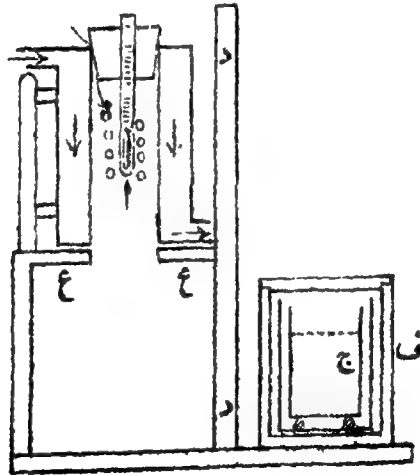
$$۴۹۷۸ = ۲۰۰ \times x - (۱۰۰ - ۱۵) \times ۳۰۰$$

اس لیے $x = ۰.۳$ حرارے فی گرام فی درجہ

ریفریجیٹر کا آلہ

کسی ٹھوس کی حرارتِ فوخی کی صحیح تخمین کے لیے ریفریجیٹر کا تجویز کیا ہوا آلہ استعمال ہو سکتا ہے۔ اس آلے کی تجویز کے وقت جو اہم اور خاص نکات مد نظر تھے وہ یہ ہیں کہ ٹھوس کو پیش معین تک گرم کرنے میں رطوبت سے بالکل تناس نہ پیدا کیا جائے۔ گرم کرنے کے کمرہ سے حرارہ پیمائیں شے کی منتقلی بہ عجلت عمل میں آئے اور تجربے کے دوسرے حصوں کی تکمیل کے دوران میں حرارہ پیمائیں کو گرم کرنے کے کمرے سے محفوظ رکھا جائے۔

ٹھوس کو مقام ۱ پر (شکل ۱۱۹) ایک دوہری دیوار کے بھالی پیر میں گرم کرتے ہیں جس میں سے جو شاہ کے ذریعہ بھاپ کی رد گزاری جاتی ہے۔



شکل ۱۱۹ - ریفریجیٹر کا آلہ

جو شارہ اور نکاس نلی کو اس طرح ترتیب دینا چاہیے کہ اشعاع حرارت کا کوئی اثر حرارہ پیمائج پر نہ پیدا ہو جو بھاپ سے گرم ہونے والے کمرے سے لکڑی کے پھسلواں پٹ کے ذریعہ محض کیا گیا ہے۔ جس وقت ٹھوس گرم ہو رہا ہو، اس کمرے کا بالائی سرا ایسے کاگ کے ذریعہ بند کر دیا جاتا ہے جس میں سے ۱۰۰ ہر تک پڑھنے والا پیش پیا گزرتا ہو۔ نیچے کا سرا لکڑی کے پلاٹ فارم ع کے کچھ حصہ سے ڈھکا ہوتا ہے۔ ٹھوس شے کو جس کا پیش پیا۔ کے جوئے کے ساتھ چھوٹا ہوا رہنا ضروری ہے باریک دھاگے سے لٹکا دیتے ہیں اور یہ دھاگا اس خاص وضع میں کاگ کے ذریعہ سہا لیا جاتا ہے۔ دھات کی صورت میں مرغولہ کی شکل میں مڑا ہوا ہمارا استعمال کرنے میں سہولت ہوتی ہے۔

بخار بس ۹۵۔ ٹھوس کی حرارت نوعی

کے لیے ریٹوکا آلہ — چونکہ ٹھوس جسم کو مستقل پیش پر پہنچنے کے لیے خاصا وقت چاہیے اس لیے بھاپ کی رسد کا انتظام کر لینے کے بعد پہلا کام یہ ہونا چاہیے کہ ٹھوس کو تول کر گرم کرنے کے کمرے میں لٹکا دیں۔ اس کے بعد حرارہ پیمائج کا اندرونی برتن تو لاجائے۔ اس کا تقریباً تین چوتھائی حصہ پانی سے بھر لیں۔ اس کے بعد دوبارہ تول لیا جاتا ہے تاکہ پانی کی کمی مت معلوم ہو جائے۔ اس کے بعد اس کو حرارہ پیمائج کے بیرونی دھاتی برتن کے اندر رکھ دیتے ہیں جس کو لکڑی کے کپڑے کے ذریعہ مزید محفوظ کر دیا جاتا ہے۔ حرارہ پیمائج کے اند پانی کی پیش پیا حتی الامکان صحیح طور پر پیمائش کرنے کے لیے حساس پیش پیا استعمال کیا جاتا ہے۔ وہ پیش پیا جو ”کمرے“ کے آئل سر کا پیش پیمائج ہوتا ہے مستعمل ہو جائے تو اس کے بعد بھی ٹھوس جسم کو کم از کم اور پانچ دقیقوں تک گرم کرنے کے کمرے کے اندر ہی رکھا رہنے دیں۔ بھاپ کے جاری ہو چکنے

کے بعد اندازاً بیس تا تیس دقیقے ٹھوس کے گرم کرنے میں صرف ہونگے۔

اس مستقل پش کو قلعہ بند کر لینے کے بعد گرم کرنے کے کمرے کو اس قدر گھماتے ہیں کہ یہ زمین کے سورخ کے اوپر آجائے۔ اب پٹ د کو اٹھایا جاتا ہے اور بکس ف کو جس میں حرارہ پیا ہے، دھکیل کر ایسی وضع میں لاتے ہیں کہ حرارہ پیا کا اندرونی برتن زمین کے سورخ کے عین نیچے ہو جاتا ہے۔ ٹھوس کو تیزی کے ساتھ حرارہ پیا میں اس طرح گراتے ہیں کہ چھینٹیں نہ اڑنے پائیں۔ اس کے بعد صندوق ف کو واپس ہٹا لیا جاتا ہے اور پٹ گرا دیا جاتا ہے۔ حرارہ پیا کی پش کا احتیاط کے ساتھ مشاہدہ کیا جاتا ہے اور جس اعظم ترین پش پر وہ پہنچے اُس کو قلعہ بند کر لیتے ہیں۔ اگر پش کی صحیح تخمینہ درکار ہو تو تبریک کا منفی بھی مرسم کیا جائے تاکہ اُس نسیم کا تسین ہو سکے جو اشعاع کی وجہ سے حرارت کے لڑائل ہونے سے پیدا ہوتی ہے (دیکھو صفحہ ۳۶۳)۔

حرارت نوعی کو ان مشاہدات کی مدد سے بالکل اُسی طرح مسوب کر سکتے ہیں جس طرح صفحہ (۳۵۴) کے سادہ تجربے میں بیان کیا گیا ہے۔

- فرض کر دو کہ
- ک = ٹھوس کی کمیت
 - خ = نامعلوم حرارت نوعی
 - ح = حرارہ پیا کی کمیت
 - ک = حرارہ پیا کے اندر کے پانی کی کمیت
 - خ = حرارہ پیا کے اڑے کی حرارت نوعی
 - ت = گرم ٹھوس کی پش
 - سم = حرارہ پیا کی ابتدائی پش
 - ست = حرارہ پیا کی آخری پش

پس تپش ت سے تہ تک ٹھنڈا ہونے میں ٹھوس سے خارج شدہ

حرارت

= ک (خ - ت) (تہ - تہ)

پانی اور حرارہ پیماکوت سے تپش میں بدل جانے کے لیے جو حرارت حاصل کرنا پڑی

= (ک + ح خ) (تہ - تہ)

حرارت کی ان مقداروں کو مساوی فرض کر لینے سے مساوات

ک (خ - ت) = (ک + ح خ) (تہ - تہ)

حاصل ہوتی ہے جس سے خ کی قیمت متعین ہو جاتی ہے۔
طاب علم کو چاہیے کہ وہ اس شکل کی کوئی مساوات یاد رکھنے کی کوشش نہ کرے بلکہ کسی خاص حالت کے لیے ابتدائی اصولوں کی مدد سے نتیجہ حاصل کرے۔

۳۔ مائع کی حرارت نوعی کی تخمین

طریقہ آمیزش کی مدد سے مایعات کی حرارت نوعی کی تخمین کئی طرح ہو سکتی ہے۔

پہلے ۹۶۔ معلوم حرارت نوعی کے

ٹھوس کو استعمال کر کے کسی مائع کی حرارت نوعی

کی تخمین — مائع پر ٹھوس جسم کا کوئی کیمیائی عمل نہیں ہونا چاہیے (ورنہ یہ طریقہ استعمال نہیں ہو سکتا)۔

یہ تخمین بھی بالکل اسی طرح انجام پاتی ہے جیسی کہ ٹھوس

کی حرارت نوعی (تجربات ۹۴ و ۹۵)۔ لیکن اس میں پانی کے بجائے دھات مائع استعمال کرتے ہیں۔

فرض کرو کہ بخ مائع کی حرارت نوعی اور ک اس کی کثرت کو تعبیر کرتے ہیں۔

تو (ک بخ ات - ش) = (ک بخ + ج بخ) (ت - ت) جہاں دوسرے علامات کے وہی معنی ہیں جو پہلے مقرر کیے جا چکے ہیں۔
 بنجر بہا ۷۷۔ مریخ کے طریقے سے کسی مائع کی حرارت نوعی معلوم کرنا۔ حرارہ پیمیا میں پانی کے اندر پتلی دیواروں کا دھاتی برتن رکھ کر اور اس برتن میں گرم مائع داخل کر کے مائع کی حرارت نوعی دریافت کر سکتے ہیں۔ یا اس کے بالکس حرارہ پیمیا میں دیے ہوئے مائع کے اندر پتلی دیواروں والا دھاتی برتن رکھ کر اور اس برتن میں گرم پانی داخل کر کے بھی دیے ہوئے مائع کی حرارت نوعی معلوم کی جاسکتی ہے۔ چونکہ ایک بری تپش والے دو مایعات کی آمیزش سے اکثر اوقات کیمیائی تعامل کے ذریعہ حرارت پیدا ہوتی ہے لہذا اصولاً دو مایعات کو راست تماس میں نہیں لانا چاہیے۔

بنجر بہا ۷۸۔ طریقہ آمیزش سے مائع کی حرارت نوعی معلوم کرنا۔ ایک سہل طریقہ یہ ہے کہ مائع کو پتلی دیواروں والی آئینے کی بوتل یا دھاتی کے اسطوانے میں گرم کریں اور اس کو کاگ کے ذریعہ بند رکھ کر اُس میں ایک تپش پیمائیں۔ گرم شدہ بوتل کو اُس کی تپش قلمبند کر لینے کے بعد حرارہ پیمیا میں منتقل کیا جاتا ہے۔ بوتل کو تپش پیمیا کے تنے کے ذریعہ پکڑ کر ہلانے سے ہلانی کا کام مکمل جاتا ہے۔ حرارہ پیمیا کے اندر پانی کی تپش معلوم کرنے کے لیے ایک

۱۔ ایو میٹر کے پتلی دیواروں والے اسطوانے دستیاب ہوتے ہیں جو اس مقصد کے لیے ملاؤں ہیں۔

اوپر پیش پیماس استعمال کیا جاتا ہے۔ آخری پیشش ان دونوں پیش پیمائوں کے مقروضوں کا اوسط لی جاتی ہے جب کہ ان کا باہمی فرق صرف ایک درجہ یا اس سے کم ہو۔ اس برتن کے آب مساوی کا جس میں مائع رکھا ہے ضروری لحاظ کرنا چاہیے اور نیز حرارہ پیماس کے آب مساوی کا بھی خیال ضرور رہے۔

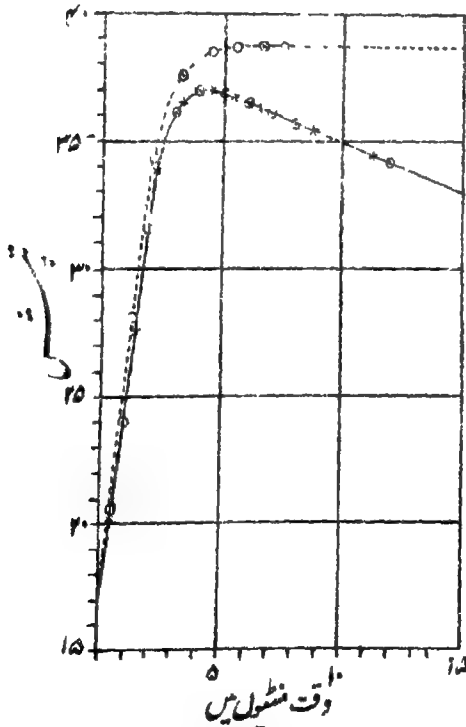
تجربہ ۹۹۔ حرارت بردار کے ذریعہ کسی مائع کی حرارت نوعی کی تخمین۔ حرارت بردار ایک ایسے پیش پیماس کے مشابہ ہوتا ہے جس کا جوفہ بڑا ہو۔ لیکن اس کے تنے پر صرف دو نشان ہوتے ہیں۔ جوش کھاتے ہوئے پانی کے اندر حرارت بردار کو گرم کرنے سے جوفہ میں کا پارا بالائی نشان سے بھی اوپر پڑھ جاتا ہے۔ اس کے بعد حرارت بردار کو پانی میں سے نکال لیتے ہیں اور اس کو خشک کر کے مائع کی تلی ہوئی مقدار میں حرارہ پیماس کے اندر عین اس وقت رکھتے ہیں جب کہ پارا کسی قدر اتر کر اوپر کے نشان پر پہنچ جاتا ہے۔ اس کے بعد اس کو حرارہ پیماس میں اس وقت تک رکھ چھوڑتے ہیں جب تک کہ پارا نیچے کے نشان پر پہنچ جائے۔ اس کے بعد اس کو فوراً نکال لیا جاتا ہے۔ حرارہ پیماس میں مائع کی پیشش کا اضافہ ایک حساس پیش پیماس کے ذریعہ ناپ لیا جاتا ہے۔ اب اسی عمل کو حرارہ پیماس میں پانی کی ایک معلوم کمیت پر دہراتے ہیں۔ چونکہ ہر دو صورتوں میں حرارت بردار کے ذریعہ حرارہ پیماس میں حرارت کی ایک ہی مقدار منتقل ہوتی ہے لہذا مائع کی حرارت نوعی محسوب کرنا کچھ مشکل نہیں۔ طریق حساب طالب علم کے لیے بطور مشق چھوڑ دیا جاتا ہے۔

تبرہ کے طریقے سے مائع کی حرارت نوعی کی تخمین کی توضیح صفحہ ۳۸۰

۴۔ اشعاع کے لیے حرارہ پیمائی مشاہدات کی تصحیح کا طریقہ

صحیح حرارہ پیمائی کے لیے ضروری ہے کہ حرارہ پیمایہ دوہری دیوار کے دھاتی برتن سے گھرا ہوا ہو جس کی دیوار درجہ پیمائی میں پانی رکھا جائے۔ پانی کی وجہ سے حرارہ پیمایہ مستقل تپش کے ماحول سے گھرا ہوا رہیگا۔ اور اس حالت میں اشعاع حرارت کے متعلق یہ فرض کیا جاسکتا ہے کہ یہ اس فرق تپش کے متناسب ہے جو حرارہ پیمایہ اور اس کے گرد اگر برتن کے درمیان ہے۔

حرارہ پیمائی کی تپش تجربہ کے آغاز سے پہلے انجام کے بعد اور نیز خود دوران تجربہ میں ہر ۳۰ ثانیہ پر لکھی جاتی ہے۔ اور ایک منحنی جو وقت کے لحاظ سے تپش کی تبدیلی ظاہر کرے، مرتسم کیا جاتا ہے۔



شکل ۱۲۔ تصحیح کا منحنی

جس انتہائی تپش پر حرارہ پیمائیتنا ہے، اُس وقت تپش کے گرنے کی شرح منحنی کی مدد سے معلوم کی جاتی ہے۔ فرض کرو کہ یہ لا درجے فی منٹ ہے اور سب سے اعظم تپش ماحول سے تا درجے زیادہ ہے۔

منحنی کو ایک ایک منٹ کے وقفوں میں تقسیم کرو اور اُس آن سے آغاز کرو جب کہ گرم جسم حرارہ پیمائے کے اندر گرا گیا تھا۔ ان میں سے ہر ایک وقفے کے وسط کی تپش کو اُس منٹ کے لیے اوسط تپش مان لو۔ فرض کرو کہ یہ تپشیں گرد کے برتن سے (یعنی ماحول سے) ت، ت، ت، ت درجے زیادہ ہیں۔

پہلے منٹ میں جو حرارت ضائع ہوئی وہ اوسط اضافہ تپش ت کے متناظر ہے۔ اگر حرارت کی یہ مقدار ضائع نہ جاتی تو پہلے منٹ کے اختتام پر تپش اُس تپش سے جو حقیقتہً حاصل ہوئی بقدر $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ ت زائد ہوتی۔

دوسرے دقیقے میں زائل شدہ حرارت نقصان تپش $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ کے متناظر ہوگی۔ وعلیٰ ہذا القیاس۔

پہلے دقیقے کے اختتام پر تپش بقدر لا درجے کم ہے اور دوسرے دقیقے کے دوران میں مزید لا درجے کی کمی واقع ہوتی ہے۔ اس طرح دوسرے منٹ کے ختم پر اُس تبرید کی وجہ سے جو گرم جسم کے داخل کیے جانے کے بعد دو منٹ میں واقع ہوئی، تپش بقدر $(\frac{1}{2} + \frac{1}{2})$ درجے کم ہو جاتی ہے۔

اسی طرح تیسرے منٹ کے ختم پر جو تصحیح چاہیے، $(\frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2})$ ہے۔ اور اسی طرح باقی وقت کے لیے بھی۔ ان تصحیحات کو مرسم کردہ منحنی میں جوڑنے سے ایک نیا منحنی حاصل ہوگا جس سے وہ تپشیں معلوم ہوں گی جو اشعاع کی وجہ سے نقصان نہ ہونے کی صورت میں حاصل ہوتیں۔ یہ منحنی تجربے کے اختتام کے قریب افقی ہوگا اور افقی حصے کے مابین (Ordinate) سے صحیح شدہ تپش لیں گی۔

اگر ضرورت ہو تو آدمے آدمے منٹ کے وقفے بھی لیے جاسکتے ہیں۔ اس حالت میں بیان کردہ طریقے کے بجائے ہر آدمے منٹ پر تصحیح کو جوڑ لینا ہوگا۔

۵۔ مخفی حرارتیں

پانی کی مخفی حرارت معلوم کرنا

اعانتِ بخ کی مخفی حرارت — حرارت کی وہ مقدار جو ایک گرام برف کو بلاتبدیلی تپش ٹھوس سے مایع حالت میں بدل دینے کے لیے درکار ہے، پانی کی حرارتِ مخفی یا اعانتِ بخ کی حرارتِ مخفی کہلاتی ہے۔

جب حرارہ پیمائیں پانی کی معلوم کمیت لے کر اُس میں برف کے چھوٹے چھوٹے ٹکڑے ڈالے جاتے ہیں تو برف گھل کر ۰ درجہ کا پانی بن جاتی ہے اور یہ ٹھنڈا ارفیلا پانی گرم پانی اور حرارہ پیمائیں سے حرارت حاصل کرتا ہے یہاں تک کہ متعادل تپش پہنچ جاتی ہے۔

اگر تجربہ کے آغاز پر حرارہ پیمائیں کی تپش پر ہو تو برف کے داخل کرنے سے وہ ٹھنڈا ہو کر کمتر تپش پر آ جائیگا۔ اور اس طرح تمام دورانِ تجربہ میں اشعاعِ حرارت کے ذریعہ بیرونی فضا سے حرارت حاصل کرنا رہیگا۔

اس خاص سبب سے پیدا ہونے والی غلطی کو دور کرنے کے لیے مناسب ہے کہ حرارہ پیمائیں اور اُس میں کے پانی کو کمرہ کی تپش سے تقریباً ۵° اوپر رکھ دیا جائے اور پھر کافی مقدار برف شامل کی جائے تاکہ کمرے کی تپش سے پھر اُسی قدر یعنی ۵° نیچے ہو جائے۔ ایسی صورت میں تجربے کے پہلے نصف میں جس قدر نقصان حرارت ہوا، اُس کتب حرارت سے متوازن ہو جائیگا جو بقیہ نصف وقت میں حاصل ہوا بشرطیکہ تجربے کے دوسرے حصے کے لیے پہلے نصف حصے سے زیادہ

وقت درکار نہ ہو۔

تجربہ سنا۔ اماعتلاج کی مخفی حرارت کی تعیین
— پہلے حرارہ پیمائیا کو مع ہلانی تول لو۔ ۱۰۰ کعب سے ۲۰۰ کعب سمر
تک پانی ڈال کر دوبارہ تول لو۔

ان دونوں اوزان کے فرق سے حرارہ پیمائیا میں پانی کی کمیت
معلوم ہو جائیگی۔

حرارہ پیمائیا کو گرم پانی کے برتن میں رکھ کر کمرہ کی تپش سے
تقریباً ۵° اوپر تک گرم کرو۔

حرارہ پیمائیا کی بیرونی سطح کو خشک کر لو اور اس کو تانبے کے
ایک بڑے برتن میں ندے روئی یا کاگ پر اس طرح سپرد کر
رکھو کہ موصلیت کے ذریعہ حرارت منتقل نہ ہو سکے۔ حساس تپش پیمائیا
کی مدد سے پانی کی تپش معلوم کرو۔

کپڑے یا جاذب کاغذ کی مدد سے برف کے چھوٹے چھوٹے
ٹکڑوں کو خشک کر کے پانی میں ڈالتے جاؤ اور اس دور ان میں
پانی کو ہلاتے رہو۔ برف اس قدر ڈالو کہ پانی کی تپش کمرے کی تپش
سے تقریباً ۵° نیچے اُتر آئے۔ تمام برف کے عین گھل جانے کے
بعد جو آخری تپش حاصل ہو اُس کا مشاہدہ کرو۔

حرارہ پیمائیا کو دوبارہ تول لو اور اس طرح شامل کردہ برف کا

۱۵۔ خطا سے بچنے کا یہ طریقہ اطمینان بخش طور پر استعمال نہیں ہو سکتا اگر کمرہ کی تپش بہت ہی
کم ہو یا تبریک کی وجہ سے تپش نقطہ شبنم سے بھی بہت نیچے گر جائے جیسے کہ اکثر گرم ممالک میں
ہوتا ہے۔ ایسی حالتوں میں یہ قرین مصلحت ہے کہ تجربہ کو کمرہ کی تپش سے زیادہ تپش پر
متمم کیا جائے اور اُس وقت ختم کیا جائے جب کہ تپش تقریباً کمرہ کی تپش کے برابر ہو۔
اس کے لیے صفحہ ۳۶۳ پر بتائے ہوئے طریقے کے بموجب اشعاع کی وجہ سے نقصان حرارت
کی تصحیح کر لی جائے۔

وزن معلوم کرو۔

مندرجہ ذیل مثال سے مشابہات کو درج کرنے اور نتیجے کو محسوب کرنے کی توضیح

ہوتی ہے :-

مثال —

حرارہ پیمائش کی کمیت	= ۴۰۰ گرام
اور پانی کی کمیت	= ۲۴۰۰ گرام
صرف پانی کی کمیت	= ۲۰۰۰ گرام
حرارہ پیمائش اور برف کی کمیت	= ۲۶۲۶۹ گرام
برف کی کمیت	= ۲۲۶۹ گرام
کمرے کی پیمائش	= ۱۵۰۰
پانی کی ابتدائی پیمائش	= ۲۰۰۰
آخری پیمائش	= ۱۰۰۰

اب ہمیں اس امر کا اظہار کرنا ہے کہ پانی اور حرارہ پیمائش کے تہ سے تہ تک ٹھنڈا ہونے میں جو حرارت خارج ہوئی، اُس حرارت کے برابر ہے جو برف کو گھولانے اور اس طرح بننے ہوئے پانی کی پیمائش کو ۰ سے تہ تک لانے کے لیے درکار ہے۔

حرارہ پیمائش (یعنی پانی) کا آب مساوی جو حرارہ پیمائش کی کمیت اور ماننے کی حرارت نامی (۰.۹۵) کے حاصل ضرب کے برابر ہے۔

$$۴۰۰ \times ۰.۹۵ = ۳۸۰ \text{ گرام}$$

پانی سے خارج شدہ حرارت

$$= \text{پانی کی کمیت} \times \text{پیمائش میں کمی}$$

$$= ۲۰۰۰ \times (۲۰ - ۱۰)$$

$$= ۲۰۰۰ \text{ حرارت کی اکائیاں یعنی حرارے۔}$$

حرارہ پیمائش سے خارج شدہ حرارت

$$= \text{حرارہ پیمائش کا آب مساوی} \times \text{پیمائش کی کمی}$$

$$= ۳۸۰ \times (۲۰ - ۱۰)$$

$$= ۳۸۰ \text{ حرارے}$$

خارج شدہ حرارت کی کل مقدار

$$= ۲۰۳۸ \text{ حرارے}$$

حرارت جو ۲۲۵۹ گرام برف پگھلانے کے لیے درکار ہے

$$= ۱۲۵۹ \times ۲ \text{ حرارے}$$

جہاں مخفی پانی کی مخفی حرارت ہے یعنی حراروں کی وہ مقدار جو ایک گرام برف کو پگھلانے کے لیے درکار ہے۔

حرارت جو ۲۲۵۹ گرام پانی کو ۰° سے ۱۰۰° تک پہنچانے میں درکار ہے

$$= ۲۲۵۹ \times ۱۰۰ \text{ حرارے}$$

$$= ۲۲۹ \text{ حرارے}$$

اب ہم ایک مساوات لکھتے ہیں جس سے اس واقع کا پتہ چلتا ہے کہ کل مقدار حرارت خارج کردہ = کل مقدار حرارت حاصل کردہ۔ اور اس کے ذریعہ مخفی کی قیمت دیات کرتے ہیں۔

$$\text{پس } ۲۰۳۸ = ۲۲۵۹ \times ۲ + ۲۲۹$$

$$۱۸۰۹ = ۲۲۵۹ \times ۲$$

$$\times ۲ = ۷۹ \text{ حرارت کی اکائیاں مٹی پیانہ پر فی گرام برف}$$

$$= ۷۹ \text{ حرارے فی گرام}$$

بھاپ کی مخفی حرارت کی تعیین

بھاپ کی مخفی حرارت - بھاپ کی مخفی حرارت یا پانی کی

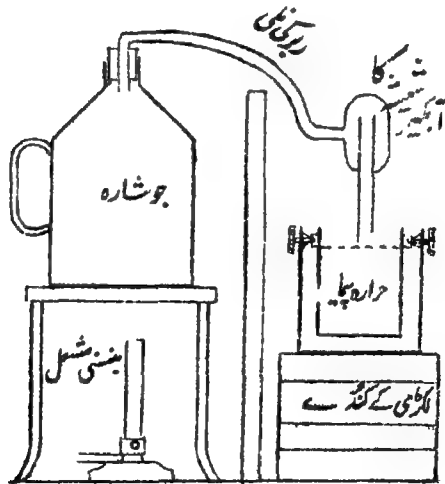
تبخیر کی مخفی حرارت حرارت کی وہ مقدار ہے جو ایک گرام پانی کو بلا تبدیلی تپش بھاپ میں تبدیل کر دے۔

جب حرارہ پیمائیں پانی کی ایک معلوم کمیت کے اندر جو اشارہ سے بھاپ گزاری جاتی ہے تو کچھ بھاپ بستہ ہو جاتی ہے اور پانی کی آخری

تپش ابتدائی تپش سے بڑھ جاتی ہے۔ مشاہدہ کردہ اضافہ تپش اور بہتہ شدہ بھاپ کی کمیت کے ذریعہ بھاپ کی مخفی حرارت محسوب کر سکتے ہیں۔

اگر تجربے کے آغاز پر حرارہ پیمائے کے اندر پانی کمرے کی تپش پر ہو تو جوں ہی اس کی تپش گروپیش کی چیزوں سے زیادہ ہوگی، یہ اشعاع کے عمل سے حرارت کھونے لگیگا۔ اس وجہ سے مخفی حرارت کی بہت چھوٹی قیمت حاصل ہونے کا امکان ہے۔

اس سبب سے پیدا ہونے والی خطاء کو اس طرح گھٹا سکتے ہیں کہ تجربے کے آغاز پر پانی کی تپش کمرے کی تپش سے اسی قدر کم رکھی جائے جس قدر کہ تجربے کے اختتام پر آخری تپش کمرے کی تپش سے زیادہ ہوگی۔ اس خطاء کو اس طرح بھی گھٹایا جاسکتا ہے کہ پانی کو گرم کرنے کی مدت حتی الامکان کم کر دی جائے۔ اس مقصد کے لیے بھاپ ٹونٹی میں سے تیز دھار کی طرح نکالی جانی چاہیے۔ اشعاع حرارت کو روکنے کی غرض سے حرارہ پیمائے اور جوشارہ کے مابین ایک پردہ حائل کیا جاسکتا ہے (شکل ۱۲)۔



شکل ۱۲ - بھاپ کی مخفی حرارت

صحیح نتیجہ برآمد ہونے کے لیے یہ ضروری ہے کہ بھاپ خشک ہو۔ یعنی بستہ شدہ پانی سے پاک ہو۔ اس مقصد کے لیے خیشے کا آب گیر (Water trap) استعمال کرتے ہیں تاکہ بستہ شدہ پانی جس قدر ممکن ہو بھاپ کے ساتھ حرارہ پیمائیں داخل نہ ہو سکے۔ آب گیر اور جو شاہہ کو جوڑنے والی ربر کی نلی چھوٹی ہونی چاہیے اور اس کو روئی سے لپیٹ سکتے ہیں۔ بھاپ کو خشک رکھنے کی اہمیت اس واقعہ سے واضح طور پر ذہن نشین ہوگی کہ بھاپ کے ساتھ ایک گرام پانی کا چلا آنا تقریباً ۵۰ حرارہ کی خطا پیدا کرتا ہے۔

تجربہ سنا۔ بھاپ کی مخفی حرارت کی تخمین۔ پہلے یہ دیکھ لو کہ جو شاہہ میں پانی کی کافی مقدار موجود ہے۔ اس کے بعد اس کو گیلی شعہ پر گرم کرو۔ حرارہ پیمادھوں، ایک اندرونی اور دوسرے بیرونی برتن پر مشتمل ہوتا ہے۔ اندرونی برتن کو تول لو اور اس کو تقریباً دو تہائی تک پانی سے بھر لو۔

پانی میں برف کے چھوٹے چھوٹے ٹکڑے ڈالتے جاؤ یہاں تک کہ پانی کی تپش تقریباً ۵۰ درجہ جاتے۔ پھر اس برتن کو مع اس کے مانیہ کے صحت کے ساتھ تول لو۔ کمرے کی تپش لکھ لو اور حرارہ پیمائے کے تپش پیمائے کو پھر ایک مرتبہ پڑھ لو۔ اس تپش کا اندازہ کر لو جس پر تمہیں تجربہ ختم کرنا چاہیے۔ مثلاً اگر کمرے کی تپش ۵۰ درجہ ہو تو انتہائی تپش ۲۵ درجہ ہونی چاہیے۔ اگر نکاس نلی کی ٹونٹی پر پانی کے کچھ قطرے ہوں تو انہیں جاذب کے ذریعہ نکال دو۔ حرارہ پیمائے کے پانی میں بھاپ کی تیز گراؤ۔

۱۔ اس تجربے میں نلی کی ٹونٹی پانی کے اندر نہیں ڈبونا چاہیے بلکہ نلی کو اس طرح رکھنا چاہیے کہ اس کا سر حرارہ پیمائے کی سطح سے کسی قدر اندر کی طرف ہو تاکہ پانی کی سطح نلی میں سے (بقیہ صفحہ آئندہ)

اور اُس وقت پانی کو اچھی طرح ہلاتے رہو تاکہ یکساں تپش کا یقین ہو سکے جب مطلوبہ درجہ تک تپش پہنچ جائے تو حرارہ پیماکو جو اشارہ کے قریب سے جس قدر جلد ہو سکے ہٹا دو اور تپش پیماک کی انتہائی تپش کا مشاہدہ کرو۔
بستگی میں آئی ہوئی بھاپ کا اندازہ کرنے کے لیے حرارہ پیماک کو تولو۔
بار پیماک کی بلندی بھی پڑھ لو۔

۶۰۔ مرمعیادی دباؤ کے لیے بھاپ کی تپش ۱۰۰ درجہ ہے۔ اس دباؤ کے قریب پارے کے ۲۶۵.۸ درجہ کے متناظر اضافہ دباؤ سے نقطہ جوش ۱۰۰ درجہ جاتا ہے اور خفیف تبدیلیوں کے لیے نقطہ جوش کی بلندی دباؤ کی تبدیلی کے متناظر ہے۔ یہ مشاہدہ کردہ دباؤ کے متناظر نقطہ جوش کا حساب لگایا جاسکتا ہے لیکن چونکہ انگلستان میں اس طرح معلوم کردہ تپش ۱۰۰ درجہ سے کچھ زیادہ مختلف نہیں ہوتی ہے اس لیے بھاپ کی تپش ۱۰۰ درجہ لینے سے جو خطا شامل ہوگی ان خطاؤں کے مقابلے میں بالکل ناقابل احساس ہوگی جو تجربہ کی عملی بد احتیاطوں سے شامل ہو جاتی ہیں۔
نتائج کو حسب ذیل طریقے پر درج کرو:—

حرارہ پیماک کی کیت	= ۱۶۰.۵۰ گرام
حرارہ پیماک اور پانی کی کیت	= ۶۸۴.۵۲ گرام
پانی کی کیت	= ۵۲۴.۵۲ گرام
حرارہ پیماک، پانی اور بھاپ کی کیت	= ۷۰۴.۵۲ گرام
بستہ شدہ بھاپ کی کیت	= ۲۰.۵۲ گرام
پانی کی ابتدائی تپش ۱۰۰ درجہ	= ۶۱.۵۲ درجہ

بقیہ ماشین کو نوٹم نکلنے والی بھاپ کی زد کی وجہ سے نلی سے ذرا دور ہٹتی رہے اور بھاپ صرف پانی کی سطح پر کھینچی ہو۔ اگر نلی کا سوراخ پانی کے بالکل اندر کر دیا گیا تو بھاپ بہت جلد بستہ ہو جائیگی اور پانی بھاپ دان کے اندر داخل ہو جائیگا اور سارا تجربہ اکارت ہو جائیگا بھاپ کے نچ نکلنے سے کوئی غلطی نہیں پیدا ہوتی کیونکہ جو بھاپ نکلتی ہے پانی میں بستہ نہیں ہوتی اس لیے اس کی منفی حرارت پانی کو نہیں پہنچ سکتی اور نہ اس کی کیت بستہ شدہ بھاپ کی کیت میں شامل ہو سکتی ہے۔

پانی کی انتہائی تپش t° م $= 28.56^{\circ}$ م

باربیلا کی بلندی $= 58^{\circ}$ م

بھاپ کی تپش t° م $= 100^{\circ}$ م

حرارہ پیمائش کا آب مساوی محسوب کرو۔ مجموعی آب مساوی اس طرح حاصل ہوگا کہ حرارہ پیمائش جو پانی ہے، اُس کو حرارہ پیمائش کے آب مساوی میں شامل کر لیا جائے۔ اگر اس کو اضافہ تپش t° سے ضرب دیا جائے تو ہمیں حرارہ پیمائش اور اس میں کے پانی کی جذب کردہ حرارت معلوم ہو جائیگی۔ اس کو حراروں میں بیان کرتے ہیں۔

اب اُس حرارت پر غور کرو جو بھاپ کی بستیگی میں اور حاصل شدہ پانی کی تپش کے پست ہونے میں خارج ہوئی ہے۔

بھاپ کے بستہ ہونے سے جو حرارت خارج ہوئی

$=$ بستہ شدہ بھاپ کی کمیت \times مخ

$=$ بستہ شدہ پانی کی کمیت \times مخ

$= 20.62$ گرام \times مخ

اس طرح حاصل شدہ پانی کی تپش کے t° سے t° تک گرنے سے خارج شدہ حرارت

$=$ پانی کی کمیت \times (ت - t°)

$= 20.62 \times (28.56 - 100)$ حرارے

یہ فرض کر کے کہ اشعاع کی درجہ سے کوئی کسب یا نقصان حرارت نہیں ہوتا ہے، ان دونوں مقداروں کا حاصل جمع اُس حرارت کے برابر ہونا چاہیئے جس کو حرارہ پیمائش اور اُس کے مانیہ پانی نے جذب کیا تھا۔

اس کے ذریعہ ایک سادہ مساوات حاصل ہوتی ہے جس سے مخ کی تخمینہ ہو جائیگی۔

ڈیوارس (Dewar) کی مساحی کا آب مساوی

ڈیوارس کی مساحی کے آب مساوی کی تخمینہ کا یہ طریقہ

ویسٹ منسٹر ٹریننگ کالج کے ڈاکٹر ایل۔ ایف۔ براچر ڈسن کا ایجاد کردہ ہے۔ مندرجہ ذیل ہدایات ایک پائینٹ (Pint) (نصف لیٹر) گنٹشس والی صراحی کے لیے ہیں۔ ٹھنڈے پانی کی ایک معلوم مقدار (تقریباً ۵۰ مکعب سمر) کی تپش سے معلوم کر لو۔ صراحی کو تقریباً تین چوتھائی تک گرم پانی سے بھر لو اور چست بیٹھنے والے کاگ سے جس میں سے تپش پیا گزرتا ہو، صراحی کا منہ بند کر دو۔ اب صراحی کو اوندھا کر کے پانی کو ابھی طرح جکڑو تاکہ صراحی کے تمام اندرونی حصے میں یکساں تپش قائم ہو جائے۔ نتیجہ کی صحت اس احتیاط پر منحصر ہے جو اس عمل میں برقی جاتی ہے۔ تپش سے کو لکھ لو۔ گرم پانی کو پھینک کر اس کے اندر ٹھنڈے پانی کی معلوم مقدار جلدی سے داخل کرو۔ کاگ کو پھر لگا دو اور دوبارہ ہلانے کے بعد حاصل تپش سے دیکھ لو۔ ان عملیات سے صراحی کا آب مسادی معلوم ہو جائیگا۔ اس صراحی کو پانی یا بھاپ کی حرارت مخفی معلوم کرنے کے لیے استعمال کر سکتے ہیں۔



فصل چہارم

تبرید

۱۔ کلیۂ تبرید

جب کوئی گرم جسم مستقل تپش والے ماحول میں رکھا جائے تو گرم جسم کی تپش اس حد تک گرگی کہ وہ آخر میں ماحول ہی کی تپش کے برابر ہو جائیگی۔ اگر جسم اس طرح رکھا گیا ہو کہ ایصال کے ذریعہ حرارت کی منتقلی کو نظر انداز کر سکیں تو عمل تبرید کچھ تو اشعاع اور کچھ حل حرارت کے ذریعہ ہوگا۔ اگر علی روٹوں کے اثر کو ملاحظہ کر سکیں جیسا کہ تجربے کو خلا میں انجام دینے سے ہوتا ہے تو اشعاع حرارت تپش مطلق کی چوتھی قوت کے متناسب پایا جاتا ہے۔ یہ کلیۂ اسٹیفان (Stefan's law) کے نام سے موسوم ہے۔

معمولی صورت میں جب کہ گرم جسم ہوا میں کرہ ہوائی کے دباؤ پر ٹھنڈا ہوتا ہے تو شرح تبرید اس فرق تپش کے متناسب پائی جاتی ہے جو گرم جسم اور اس کے ماحول کی تپش میں ہو۔ نیوٹن کا کلیۂ تبرید کہلاتا ہے۔ زیادہ حال کے تجربات سے ظاہر ہے کہ یہ کلیۂ تپش کے کافی وسیع حدود کے لیے تقریباً درست ہے جب کہ تبرید کا عمل دونوں طرح یعنی اشعاع اور حل حرارت کے ذریعہ ہو رہا ہو۔

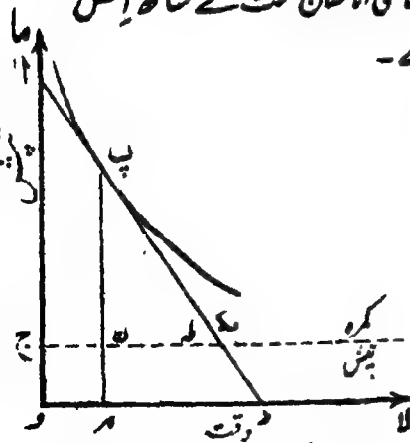
تجربہ ۱۷۔ مختلف تپشوں پر شرح تبرید کا

تعیین — نیوٹن کے کلیئر تہریہ کی توضیح کے لیے پستلی دیواروں والے دھاتی برتن کو ایک دوسرے بڑے برتن کے اندر اس طرح قائم کرو کہ جہاں تک ممکن ہو حرارت کی منتقلی ایصال حرارت کے ذریعہ بہت ہی کم ہو۔ چھوٹے برتن کو تقریباً ۸۰° ص کے گرم پانی سے قریب قریب پُر کر دو۔ ہر نصف منٹ کے وقفے سے پانی کی تپش کے مقروضے حاصل کرو یہاں تک کہ تپش گر کر کمرے کی تپش سے تقریباً دس درجے کے اندر ہو جائے۔ تپش کو معین اور وقت کو فصلہ مان کر ایک ترسیم کھینچو اور اس بات کی احتیاط رکھو کہ منحنی، مشاہدہ شدہ نقطوں کے درمیان مسلسل کھینچا جائے (شکل ۱۲۲)۔ اس تہریہ میں منحنی کا ڈھال اولاً بہت زیادہ ہوگا لیکن جوں جوں پانی کی تپش کمرے کی تپش کے قریب آتی جائیگی اس کا ڈھال کم ہوتا جائیگا۔ کمرے کی تپش کو تعبیر کرنے کے لیے مربع دار کاغذ پر ایک افقی خط بھی کھینچ لو۔

کسی خاص تپش پر جو ترسیم میں نقطہ پ کے متناظر ہو، شرح تہریہ یا تپش کی تبدیلی کی شرح معلوم کرنے کے لیے اس نقطہ پر منحنی کا ایک مماس کھینچو۔ اس خط کے کھینچنے میں احتیاط سے کام لینا چاہیے تاکہ خط کی سمت حتی الامکان صحت کے ساتھ اس نقطہ پر منحنی کی سمت کو تعبیر کرے۔

فرض کرو کہ یہ مماس انتصابی

محور سے نقطہ اپر اور کمرہ کی تپش کو تعبیر کرنے والے افقی خط سے نقطہ با پر ملتا ہے۔ تو اس خط کے ڈھال یعنی زاویہ اب ج یا طہا کے مماس سے تپش کی شرح تبدیلی حاصل ہو جائیگی۔ فاصلے ج اور



شکل ۱۲۲۔ شرح تہریہ

ب ج ناپ لو اور مس طہ کو محسوب کرو جو $\frac{ا ج}{ب ج}$ کے برابر ہے۔ جسم اور کمرے کی پیشوں کا باہمی فرق خط پ ن سے ظاہر ہوتا ہے۔ اس فرق پیش کا بھی تعین کر لو۔

پس نیوٹن کے کلیہ تبرید کی رو سے مس طہ یعنی پیش کی شرح تبدیلی پ ن یعنی فرق پیش کے متناسب ہونی چاہیے۔ یعنی مس طہ \propto پ ن یا مس طہ = م \times پ ن ، یا $\frac{مس طہ}{پ ن} = م$ جو ایک مستقل ہے۔

ترسیم کے کم از کم تین نقطوں کے لیے اس مقدار کا تعین کرو۔ یہ نقطے ایسے منتخب کیے جائیں کہ پورے سخنی کے مختلف حصوں کی اچھی طرح تعبیر ہو سکے۔ اور یہ دیکھو کہ آیا نتیجہ تقریباً مستقل رہتا ہے یا نہیں ہے۔

حاصل شدہ نتائج کی سب سے بڑی اور سب سے چھوٹی قیمتوں کا فرق معلوم کرو اور فی صدی فرق کا حساب لگاؤ۔

جب ایک مقدار دوسری مقدار کے ساتھ اس طرح بدلتی ہو کہ دوسری مقدار کے لحاظ سے پہلی مقدار کی شرح تبدیلی متناسب ہو خود پہلی مقدار کے تو کہتے ہیں کہ یہ تبدیلی کو کارتمی یا قوت ثنائی قانون کی پابندی کرتی ہے۔

یہی حالت اُس وقت بھی ہوتی ہے جب کہ کوئی رقم سود مرکب کے لحاظ سے بڑھتی جائے۔ لیکن اُس وقت تو رقم مسلسل بڑھتی چلی جاتی ہے اور جو مسئلہ اس وقت زیرِ غور ہے اس میں گرم جسم کی پیش مسلسل گرتی جاتی ہے۔ اگر گرم پیش کی زیادتی (کمرے کی پیش سے) کے لوکارتم کو وقت کے مقابلے میں درسم کریں تو ایک خط مستقیم حاصل ہونا چاہیے۔ ایسے

$$لہ۔ چونکہ مس طہ = \frac{پ ن}{ن ب} ، \frac{مس طہ}{پ ن} = \frac{ا}{ن ب}$$

لہذا اگر $\frac{مس طہ}{پ ن}$ مستقل ہو تو ن ب کو بھی مستقل ہونا چاہیے۔ اس سادہ ترسیبی طریقے سے اس کلیہ کی جانچ کا ایک طریقہ ملتا ہے۔ مختلف نہرِ غور نقطوں کے لیے خط ن ب کا طول ناپ لو اور یہ دیکھو کہ آیا یہ طول تقریباً مستقل رہتا ہے یا نہیں۔

طالب علم جو تفرقی احصاء کے ابتدائی معلومات رکھتے ہوں، کلیدیہ نیوٹن کی تصدیق حسب ذیل طریقے سے کر سکتے ہیں۔ اگر زیر بحث ترسیم ایک خط مستقیم ہو تو

لوک سر - لوک ز = ۱ و

جہاں ز وقت و پرتش کی زیادتی ہے اور سر ابتدائی زیادتی ہے جب کہ و = ۰، اور ۱ ایک مستقل ہے۔

عمل تفرق سے

$$1 - \frac{1}{Z} = \frac{F}{Z}$$

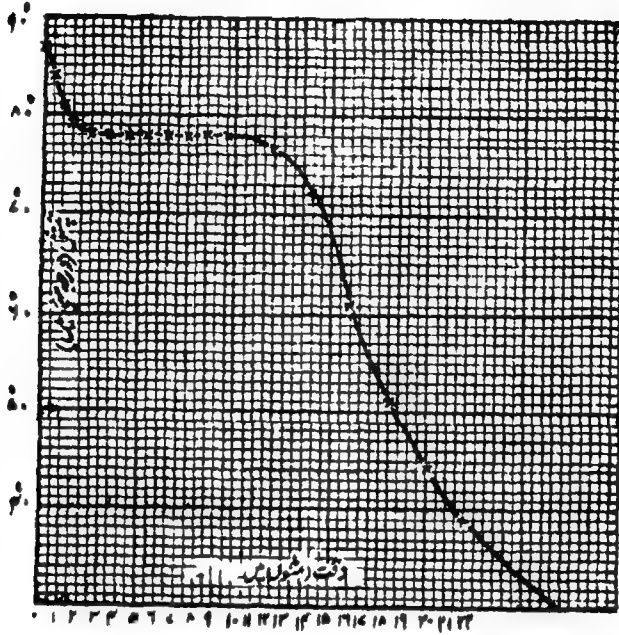
$$1 - \frac{F}{Z} = \frac{F}{Z}$$

یعنی و پرتش کے تنزل کی شرح، وقت و پر زیادتی کے تناسب ہے۔

۲۔ تبرید کا منحنی جب کہ مائع ٹھوس بن رہا ہو

گزشتہ تجربے میں نیوٹن کے کلیدیہ تبرید کو دھات کے پتلی دیواروں والے گرم پانی کے برتن کی تبرید کے ذریعہ واضح کیا گیا ہے۔ ایسے تجربے کے ذریعہ حاصل کردہ نتائج کی ترسیم ایک خاص طریقے پر اُس وقت ہو جاتی ہے جب کہ برتن کے اندر کا مائع اُس پیش میں سے گزرے جس پر ایجاد واقع ہوتا ہے۔ موجودہ تجربہ میں ایسی شے استعمال کر سکتے ہیں جس کا نقطہ انجماد کم ہو جیسا کہ معمولی پیش سے زیادہ لیکن ۱۰۰ درجے کم ہو۔ مثلاً نفتھالین، سٹیرین (Stearin) یا اچھی قسم کا پیرافنی موم استعمال کر سکتے ہیں۔ اگر تجربہ کے آغاز پر مائع کی حالت میں ہو اور برتن کو ٹھنڈا ہونے کا موقع دیں تو نقطہ انجماد کے پہنچنے تک مائع کی پیش مسلسل گرتی جائیگی۔ اب چونکہ مائع کے تمام حصے یکے بعد دیگرے ٹھوس بنتے جائیگی اس لیے ہر حصہ اپنی خفیہ حرارت خارج کرتا جائیگا اور اس طرح پیش گرنے نہیں پاتی۔ لہذا جب تک کہ تمام شے ٹھوس نہ بن جائے پیش تقریباً مستقل رہتی ہے۔ اس کے بعد پیش پھرنے لگتی

ہے اور آخر کار ٹھوس جسم کمرے کی تپش پر پہنچ جاتا ہے (شکل ۱۲۳)۔



شکل ۱۲۳۔ تریبی منحنی کا نقطہ اجماع دکھانے کے لیے

بہتر ہے ۱۳۔ نقطہ اجماع کی تعیین
تریبی منحنی کے ذریعہ — دھات کے چھوٹے سے
برتن کو جس میں زیر بحث مادہ مثلاً سوہا رکھا ہو، گرم پانی کے برتن
میں ڈبو کر احتیاط سے گرم کیا جاتا ہے یہاں تک کہ سارا سوہا پگھل کر
ایسی تپش پر پہنچ جائے جو ۸۰ یا ۹۰° حر کی تپش سے زیادہ بلند
نہ ہو۔

اب اس چھوٹے برتن کو دوسرے بڑے برتن کے اندر
سہارا لیا جاتا ہے اور تپش کے مفروضے ہر نصف منٹ کے وقفے پر

لیے جاتے ہیں۔ جب شے ٹھوس بننے لگتی ہے تو یہ ضروری ہو جاتا ہے کہ تپش پیا کو ٹھوس بننے والے جسم کے وسط میں ایک حالت پر چھوڑ دیا جائے کیونکہ اس تجربے میں بلا اتنے رہنا مناسب نہیں ہے۔ تپش پیا کو پڑھتے رہو یہاں تک کہ وہ شے کے نقطہ اامت سے ۱۰ یا ۱۵ سینچے گر جائے۔

وقت کو فصلے اور تپشوں کو معین ان کر ایک منحنی مرتسم کرو۔ پیمانہ منتخب کرنے میں اس امر کا لحاظ رکھا جائے کہ منحنی تقریباً تمام کاغذ کو پُر کر دے۔ اس منحنی کے ذریعہ شے کا نقطہ اامت یعنی وہ تپش معلوم کرو جس پر منحنی پہلی مرتبہ افقی ہو جاتا ہے۔

اگر شے آمیزہ ہو تو منحنی پر اامت کے مختلف نقطے ظاہر ہونگے یا کوئی صریح تغیر مشاہدہ نہ ہوگا۔ سستی قسم کے پیرافنی موم، پیرافنی گروہ کے مختلف ارکان کے آمیزے ہوتے ہیں جو مختلف تپشوں پر پکھلتے ہیں۔ ان کے مختلف اجزاء خفیف سی حد تک ایک دوسرے کو حل کر لیتے ہیں اور اس طرح کوئی خاص نقطہ اامت حاصل نہیں ہوتا۔

پُر سردی — عکاسی کا معمولی ہائیپو (Hypo) عمل تبرید کا ایک دلچسپ واقعہ پیش کرتا ہے۔ اگر اس کو گھملا دیا جائے اور معمولی طور پر اس کا تبریدی منحنی حاصل کیا جائے تو کافی وقت تک اس کی تپش بالکل یکسانیت کے ساتھ گرتی چلی جائیگی اور نیوٹن کے کلیئر تبرید کے تابع ہوگی۔ اس کے بعد یکایک انجماد کا عمل شروع ہوگا اور تپش میں فوراً ہی قابل لحاظ اضافہ واقع ہوگا اور یہ تپش حقیقی نقطہ اامت تک بڑھیکے گی اور اس کے بعد قائم ہو جائیگی، جب تک کہ تمام کا تمام ”ہائیپو“ (Hypo) ٹھوس نہ بن جائے۔ اس کے بعد وہ پھر ایک مرتبہ معمولی کلیئر تبرید کے مطابق گرنے لگیگی۔ طالب علم کو چاہیے کہ کوئی ایسا نظریہ قائم کرنے کی کوشش کرے جس سے انجمادی عمل شروع ہونے پر تپش کی ترقی کی توجیہ ہو سکے۔

بعض اوقات ایسا بھی مشاہدہ میں آسکتا ہے کہ مائع کی تپش، فصلکی

ن سے چند ہی درجے اوپر تک گرم کی جاتی ہے لیکن پھر بھی شے ٹھوس نہیں بنی۔ شے کے ٹھوس بننے کے بغیر تپش ۲۵ درجے سے نیچے گر جائے تو ٹھوس ہائیڈرو (H₂O) کی ایک قلم کھلی ہوئی کیفیت کے اندر گرا دی جائے اور اس وقت نیا ط کے ساتھ تپش امشادہ کی جائے۔

۳۔ مایع کی حرارتِ نوعی تبرید کے طریقے سے

کسی دیے ہوئے ماحول کے اندر کسی شے سے فی ثانیہ حرارت کی مایع ہونے والی مقدار، ٹھنڈا ہونے والے جسم کی تپش، اس کے کھلے قے، اور کھلی سطح کی نوعیت کے تابع ہے۔

تپش کا تنزل فی ثانیہ = $\frac{\text{خارج شدہ حرارت فی ثانیہ}}{\text{جسم کی حرارتی گنجائش}}$

جب مایع کی کوئی مقدار جو کافی بلند تپش تک گرم کی گئی ہو، مستقل تپش نقصان میں رکھے ہوئے حرارہ پیا کے اندر سرد ہونے دی جائے تو ہر نصف منٹ ایک منٹ کے وقفوں سے حاصل کردہ مشاہدات تپش کی مدد سے اس کے لیے تبرید کا تخمینہ کر سکتا ہے۔ اس کے بعد اس مایع کو پانی سے لے سکتے ہیں اور پھر پانی کے لیے اسی طرح تجربہ انجام دیا جاسکتا ہے۔

اگر این ہر دو حالتوں میں تپش کے مماثل سلسلے لیے جائیں نقصان حرارت کی اوسط شرحیں بھی مماثل ہوگی اگرچہ تپش کے تنزل کی اوسط میں ایک دوسری کے مماثل نہ ہوں۔ اگر این دونوں صورتوں میں تپش تنزل کی شرحیں متضام سے حاصل کی جائیں تو نقصان حرارت کی شرحوں کے لیے حاصل کر سکتے ہیں اور ان جلوں کو ایک دوسرے کے مساوی رکھ کر مایع کی حرارتِ نوعی معلوم ہو سکتی ہے۔

فرض کر دو کہ

ک = استعمال کردہ مایع کی کثیت اور ΔT اس کی حرارتِ نوعی

د = پانی کی کمیت
ک = حرارہ پیمائی کی کمیت اور رخ اُس کی حرارت نوعی -
ہر فرض کرو کہ ہر حالت میں تپش طہ سے طہ تک گرتی ہے اور تپش
کے اس منزل کے لیے وقت و صرف ہوتا ہے جب کہ مائع استعمال
ہو اور د اُس وقت جب کہ پانی لیا جائے -

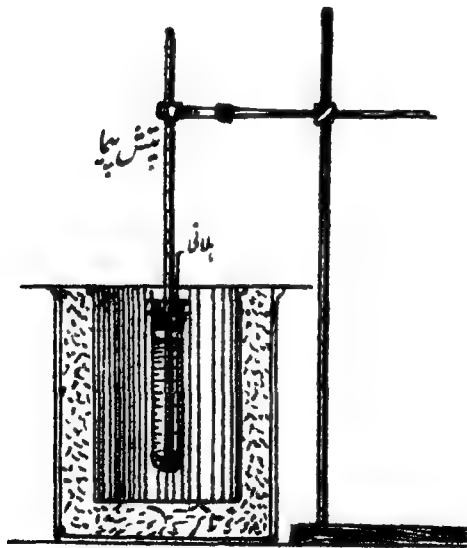
پہلی صورت میں نقصان حرارت کی اوسط شرح
(ک رخ + ک رخ) (طہ - طہ) ہے -

دوسری صورت میں
(د + ک رخ) (طہ - طہ) ہے -

بشرطیں مساوی ہیں - اس لیے
(ک رخ + ک رخ) = (د + ک رخ)
اس مساوات سے رخ محسوب ہو سکتا ہے -

تجربہ سائنس - مائع کی حرارت نوعی کی تخمین
تقریب کے طریقے سے (۱) - دو ہری دیواروں کا
کوئی ایسا برتن جس کی دیواروں کے بیچ میں پانی ہو مستقل
تپش کی خفا کے طور پر استعمال کیا جاسکتا ہے - اس تجربہ
کے لیے پیرافنی تیل موزوں مائع ہے - دھات کا ایک چھوٹا سا
حرارہ پیمائش کے ڈھکن میں تپش پیمائش اور بلانی کے لیے سوراخ ہو
مائع رکھنے کے لیے استعمال کر سکتے ہیں - یہ بات بہت اہمیت
رکھتی ہے کہ تجربے کے دونوں حصوں میں حرارہ پیمائی کی بیرونی
سطح ایک ہی نوعیت پر ہو - یہ بیکہ جلا بنائی جاسکتی ہے یا اس پر
بالکل سیاہ وارنش چڑھایا جاسکتا ہے -

حرارہ پیا کو تول لو۔ کسی دوسرے برتن میں پیرافنی تیل کو گرم پانی میں رکھ کر تقریباً ۷۰ درجہ تک گرم کر دو۔ اور گرم پیرافن کو حرارہ پیا میں انڈیل کر حرارہ پیا کو ڈھانک دو۔ اور فضا میں اس طرح غیر موصل کے ذریعہ سہار کر رکھ دو کہ وہ اپنے اطراف کے برتن سے مس نہ کرنے پائے (شکل ۱۲۲)۔ جب تپش ۷۰ سے ۳۰ درجہ تک گر رہی ہو ہر ایک سنٹ کے وقفے سے تپش پیا کو پڑھتے رہو۔ اس دوران میں مائع کو آہستہ آہستہ ہلاتے رہو۔ مشاہدات کے اختتام پر حرارہ پیا کو ہٹا کر تول لینا چاہیے تاکہ پیرافن کی کیفیت معلوم ہو۔ پیرافن کے بجائے پانی استعمال کر کے اسی طریق عمل کو دہرایا جائے اور اس بات کی احتیاط کی جائے کہ اشعاعی سطح میں کسی طبع بھی کوئی تبدیلی نہ پیدا ہو۔



شکل ۱۲۲۔ مائع کی حرارت نوعی

تپش کو معین اور وقت کو فصلے مان کر مریضہ کا فہرہ دونوں تہریدی مخنی

مرسم کرو۔ پیرافن اور پانی کو ایک ہی حدود پر تپش کے درمیان
(مثلاً ۲۰ تا ۶۰ درجہ) ٹھنڈا ہونے میں جتنے ثانیے صرف ہوں ان کی
تعداد نمونوں کی مدد سے معلوم کرو۔ صفحہ ۳۸۱ پر دیے ہوئے ضابطے
کی مدد سے پیرافن کی نوعی حرارت محسوب کرو۔

بعض اوقات دو حرارہ پیماس استعمال کیے جاتے ہیں۔ ایک میں پانی
اور دوسرے میں مائع (پیرافن) ہوتا ہے۔ اگر ایسا کیا جائے تو ان دونوں
حرارہ پیماس کو ایک ہی دھات (ایلمینیم) کا اور مساوی ابعاد کا ہونا چاہیے اور دونوں
احتیاط کے ساتھ جملہ کیے ہوں۔ اور وہ ایک ہی احاطہ میں کسی قدر
فاصلے سے لٹکا دیے جاتے ہیں۔ سوائے اس کے کہ تہریدی مہینگی کے
ایسے شہادت بہ یک وقت حاصل کرنے میں وقت کی کفایت ہے،
اس طریقے کی کبھی سفارش نہیں کی جاسکتی کیونکہ اس کا یقین کرنا بالکل
غیر ممکن ہے کہ ٹھنڈی ہو جانے والی سطحیں، گورقبہ میں برابر ہوں لیکن
جلا میں بھی ضرور مساوی ہونگی۔ جو حرارہ پیماس استعمال ہوتے ہیں چونکہ
وہ جھوٹے ہوتے ہیں اس لیے یہ فرض کر لیا جاتا ہے کہ تپش پیماس سے جو
تپش ظاہر ہوتی ہے، خود مائع کی تپش کے برابر ہے حالانکہ اس وقت
مائع کو ہلایا نہیں جا رہا ہے۔

فرض کرو کہ کم پہلے حرارہ پیماس اور کم دوسرے حرارہ پیماس کی
کمیت کو ظاہر کرتے ہیں۔

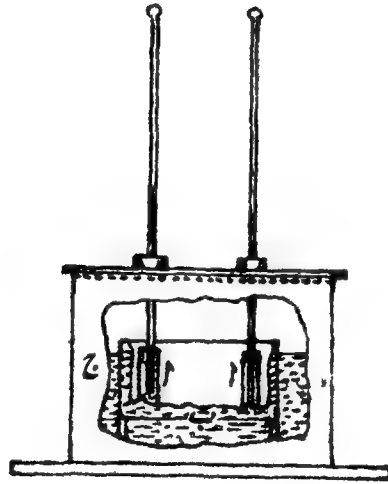
$$\frac{(ک\ خ + ک\ خ) (ط - ط) مساوی ہے (د + ک\ خ) (ط - ط)}{۱۰}$$

$$پس (ک\ خ + ک\ خ) = (د + ک\ خ)$$

اس مساوات سے خ کی قیمت محسوب کر سکتے ہیں۔

تجربہ ۵۱۔ مائع کی حرارت نوعی کی
تخمین تہرید کے طریقے سے۔ (۲) - املدنی

لہ کرے ناب اور بیرونی کمرے ج کی درمیانی فضاء کو ٹھنڈے پانی سے بھر دے تاکہ اندرونی کمرہ مستقل تپش کے برتن کا کام دے سکے۔ ب کے اندرونی طرف پانی نہیں ڈالا جاتا کیونکہ دونوں حرارہ پیماؤں سے تہرید کا عمل اشعاع اور ہوا میں حمل حرارت کے ذریعہ انجام پاتا ہے۔ دونوں حرارہ پیماؤں کو گرم کرنے کے لیے گرم پانی کا برتن چاہیے۔ جب یہ برتن گرم ہو رہا ہو تو خالی حرارہ پیماؤں کو تول لو۔ ایک حرارہ پیمائے کو دو تہائی کے قریب پیرافن سے بھرو اور دوسرے کو پانی سے۔ شکل ۱۲۵ میں دکھائے ہوئے طریقے کے بموجب ربر کے ڈاٹوں میں سے تپش پیمائے گزار کر حرارہ پیماؤں کو احاطہ کے ممکن کے



شکل ۱۲۵۔ مائع کی حرارت نوعی

ذریعہ سہارو۔ گرم پانی کے برتن میں ڈلو کر حرارہ پیماؤں کو مع مائیدہ ایچ کے تقریباً ۷۰ ہر تک گرم کر لو۔ حرارہ پیماؤں کو اسی طرح لگا ہوا رکھ کر احاطہ کا ممکن لگا دو اور اس بات کی احتیاط کرو کہ حرارہ پیماؤں کی

یوتھ ب کو مس نہ کرنے پائے۔ ڈھکن کو اس کی وضع پر رکھ دینے کے بعد تپش پٹاؤں کے مقروئے حاصل کرو۔

اس کا ایک آسان طریقہ یہ ہے کہ پہلے تپش پٹا کا مقروءہ اُس وقت حاصل کیا جائے جب کہ گھڑی کی ثانیوں کی سوئی ۶۰ پر ہو اور دوسرے تپش پٹا کا مقروءہ اُس وقت میں جب کہ ثانیوں کی سوئی ۳۰ پر ہو۔ مقروئے اُس وقت تک دیے جائیں جب تک کہ دونوں تپش پٹا تقریباً ایک ہی تپش (۶۰ اور ۳۰ کے درمیان) نہ دکھاتے ہوں۔ مقروؤں کو جاری رکھو یہاں تک کہ ہر حالت میں تپش ۴۰ درجہ سے نیچے گر جائے۔ پیرافن زیادہ تیزی سے ٹھنڈا ہوگا لہذا اس تپش پر پیرافن پہلے پہنچ جائیگا۔ جب صورت حال اس طرح ہو تو پیرافن کے تپش پٹا کے مقروئے ختم کر دیے جائیں۔ لیکن پانی کے تپش پٹا کی تپش پڑھنے کا عمل ابھی جاری رکھنا چاہیے۔ ہمیں تو تپش کے مساوی وقتوں میں ٹھنڈا ہونے کا وقت مطلوب ہے کہ مساوی وقتوں میں تپش کی تبدیلی۔

ان مشاہدات کے اعتماد پر حرارہ پٹاؤں کو ہٹا دو اور ان کو تول کر ہر ایک میں مائع کی کیفیت معلوم کرو۔ مریدار کاغذ کے ایک تختے پر دونوں حرارہ پٹاؤں کی تہرہ کو ظاہر کرنے کے لیے تریسم کھینچو جن میں تپشوں کو فصلے اور وقتوں کو معین مانا جائے۔ منحنیوں کی مدد سے ثانیوں کی تعداد کا تعین کرو جو ہر حالت میں طہم (تقریباً ۶۰ درجہ) سے طہم (تقریباً ۳۰ درجہ) تک ٹھنڈا ہونے کے لیے درکار ہیں۔ صفحہ ۳۸۳ پر دیے ہوئے مضابطے کی مدد سے مائع کی حرارتِ نوعی کی تخمین کرو۔

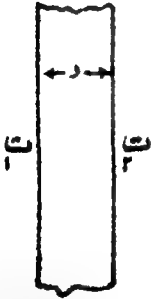
گزشتہ تجربوں میں پیرافن تیل کے بجائے زیون کا تیل، گلسرین، یا نیک کا طاقتور محلول استعمال کر سکتے ہیں۔

فصل پنجم

موصلیت حرارت کی قدر

۱۔ تعریفات

جب کسی جسم کے ایک نقطے پر اُس کے پاس والے دوسرے نقطے سے زیادہ تپش ہو تو حرارت پہلے نقطے سے دوسرے نقطے کی طرف بہنے کا تقاضا کرتی ہے۔ اگر این دونوں نقطوں پر تپش t_1 اور t_2 ہو اور این کا باہمی فاصلہ d ہو تو مقدار (تپش) t_1 کو تپش کا میلان یا تپش کا ڈھال کہتے ہیں اور اس کو درجے فی سمر کی رقوم میں ظاہر کرتے ہیں۔



شکل ۱۲: متوازی رقوم کا نمونہ

جب کسی مادی شے کا ایک کُندہ جس کے اُخ متوازی ہوں اور جس کی دبانت t_1 ہو اس طرح رکھا ہو کہ اس کے ایک اُخ کو تپش t_1 پر اور دوسرے کو تپش t_2 پر رکھا جائے تو کُندے کے رقوم کے علی القوائم خطوط کی سمت میں حرارت کا یکساں بہاؤ دفعۃً واقع ہونے لگیگا اور تپش کا میلان پیدا ہوگا جو (تپش) کے مساوی ہوگا۔

اس معاملے تفرقی کی ترقیم میں اس کو ضیاء لکھتے ہیں اگر فاصلے کو تعبیر کرتا ہو۔

حرارت کی مقدار ح جو وقت و میں گندے کے ایک رُخ کے رقبہ میں سے
تی ہو، وقت رقبے اور تپش کے ڈھال کے تناسب ہوگی۔ اس کا انحصار گندے کے
یہ ترکیبی پر بھی ہوگا۔ پس ہم اس کو اس طرح بیان کر سکتے ہیں کہ

$$ح = م \frac{س}{ت} \frac{ا}{و}$$

ہاں م ایسی مقدار ہے جو گندے کے مادہ کی نوعیت پر منحصر ہے۔
س مساوات سے مقدار م کے معنی کی توضیح بھی ہوتی ہے کہ یہ موصلیت
رات کی قدر یا مختصراً مادہ کی موصلیت حرارت ہے۔ اس مساوات
و م کے لیے حل کریں تو

$$م = \frac{س}{\frac{ا}{و} (ت - ا)}$$

اصل ہوگا۔ شمار کنندہ ح سے گندے میں حرارت کے بہاؤ کی شرح
پی جاتی ہے۔ اس کو حرارے فی ثانیہ کی رقوم میں بیان کرتے ہیں۔
پس مختصر طور پر موصلیت حرارت کی قدر کی تعریف یوں ہو سکتی ہے
۔ فی اکائی رقبہ حرارت کے بہاؤ کی شرح ہے اگر تپش کا ڈھال
کائی ہو طے اس قدر حرارے فی ثانیہ فی مربع سمر فی اکائی ڈھال کی رقوم میں
یان کیا جائیگا اور یہ [حرارے x (سمر^۱) (ثانیہ^۱) (درجہ متی^۱-۱)] کے
ساوی ہے۔

پس معلوم ہوا کہ موصلیت حرارت کی قدر کی پیمائش میں یہ بات بطور
تجہ شامل ہے کہ ایک قائم حالت پر پہنچ چکنے کے بعد ان تین مقادیر یعنی

۱۔ اعضاءے تفرقی کی ترتیم میں یہ مساوات اس طرح لکھی جائیگی۔

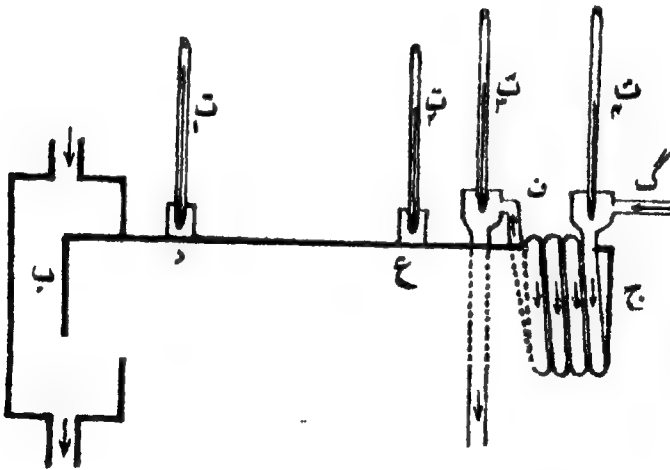
فناج
منا و

حرارت کے بہاؤ کی شرح، رقبہ جس میں سے حرارت بہ لگائی ہو اور تپش کے دھال کی تخمینہ کی جائے۔

۲۔ تجرباتی تعینات

دھاتی سلاخ کی موصلیت حرارت کی قدر

دھات جس کی موصلیت حرارت کی قدر معلوم کرنی ہے، اسطوانی سلاخ کی شکل کی ہے (شکل ۱۲۷)۔ سلاخ کے ایک سرے کو گھمڑے ب میں سے بھاپ کی رو گزار کر گرم کیا جاتا ہے اور دوسرے سرے کو ج کے پاس سلاخ کو گھیرے ہوئے ٹولبی نلی میں پانی کی نو بہا کر سرد رکھا جاتا



شکل ۱۲۷۔ دھاتی سلاخ کی موصلیت حرارت

ہے۔ نلی کے طول میں دو نقطوں د اور ع کی تپشیں ت اور ت تپش پیمائوں کے ذریعہ معلوم کی جاتی ہیں۔ پانی کی تپشیں نقطہ ف پر جہاں

پانی کو بیس ملی میں سے باہر نکلتا ہے، تپش پیمائش کے ذریعہ اور مقام
 گ پر جہاں یہ ملی میں داخل ہوتا ہے، تپش پیمائش کے ذریعہ معلوم کی جاتی ہیں۔
 تجربہ یہ ہے۔۔۔ دھاتی صلاح کی موصلیت حرارت
 کی قدر کی تخمین — تجربہ کی انجام دہی کے لیے یہ ضروری
 ہے کہ جو شاہ سے بھاپ کی ایک مستقل رو بھاپ کے کمرے
 میں سے گزری جائے اور پانی کی مستقل رو کو بیس ملی میں سے گزرتی
 رہے۔ صلاح کو چاروں طرف ناقص موصول حرارت مادے مثلاً
 نمڈے سے ابھی طرح لپیٹ دیتے ہیں اور اس کو اسی طرح چھوڑ دیا
 جاتا ہے یہاں تک کہ ایک مستقل حالت پر پہنچ جائے۔ اس کے لیے
 ۲۰ منٹ سے نصف گھنٹہ تک وقت صرف ہوگا۔ چاروں تپش پیمائشوں
 کو وقت پر وقت یہ دیکھنے کے لیے پڑھتے رہنا چاہیے کہ آیا تپش
 مستقل ہو گئی ہے یا نہیں۔ آخر کار جو تپشیں معلوم ہو گئی، ان کا
 انحصار اُس شرح پر ہوگا جس پر پانی ملی میں سے بہ رہا ہے۔ تپشوں میں
 اور تپم کے امین کافی زیادہ فرق حاصل کرنے کے لیے یہ مناسب
 ہوگا کہ پانی کی بہت ہی سست دھار سے کام لیا جائے۔ دراصل
 ملی میں سے نکلنے سے جو پانی حاصل ہوتا ہے اُس سے کسی قدر زیادہ
 پانی باہر نکلتا چاہیے۔ ملی میں سے بہنے والے پانی کی فی ثانیہ
 مقدار اس طرح معلوم کرتے ہیں کہ ایک معلومہ وقت (۲ یا ۳ منٹ)
 کے دوران میں نکلنے والے پانی کو جمع کر کے اور اُس کو تول کر یا
 درجہ دار برتن کے ذریعہ اُس کا حجم ناپ لیتے ہیں۔ اس طرح
 و ثانیوں میں ملی میں سے گزرنے والے پانی کے ک گراموں
 کی تعداد معلوم ہو جائیگی۔ پانی کی اس کمیت کی تپش تپ سے
 تپ تک بڑھ گئی یعنی پانی نے صلاح سے ک (تپ - تپ)
 حرارت کی اکائیاں حاصل کر لیں۔ یہ فرض کر کے کہ صلاح کے
 پہلوؤں سے کوئی حرارت خارج نہیں ہوئی، جو کے لیے

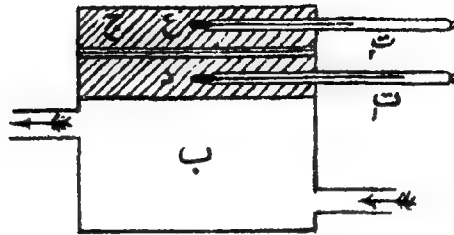
جو موصلیت حرارت کی قدر کی تعریف میں شامل ہے، جملہ
ک (تلم - تلم) درج کر سکتے ہیں۔

سرل چاپ کی مدد سے سلاخ کا قطر معلوم کر کے سلاخ کی تراش
عمودی کا رقبہ معلوم کر سکتے ہیں۔ اور $\pi = 3.14$ ص ۱ جہاں ص مدور
تراش عمودی کا نصف قطر ہے۔ پیش کا ڈھال تپشوں ت اور ت م
اور نقاط د اور ع کے مابین فصل د کے ذریعہ معلوم ہو سکتا ہے۔
پس اس طرح م کی تختی کے لیے تمام ضروری رقمیں معلوم کر سکتے
ہیں۔

تختی کی شکل کے ایک ناقص موصل کی موصلیت حرارت کی تعیین

ناقص موصل حرارت کی صورت میں زیر تجربہ مادہ کی تختی کی موٹائی بہت
کم ہونی چاہیے۔ ذیل میں جس آلہ کی توضیح کی گئی ہے، بلحاظ اصول اس آلے
کے مشابہ ہے جو پروفیسر مسیج ایچ۔ پزن نے اپنی تحقیقات میں استعمال
کیا تھا۔ لیکن استعمال میں سہولت کے مد نظر پروفیسر مذکور کے آلے
کو جو ایک خالی مدین میں ڈوریوں کے ذریعہ لٹکایا گیا تھا، الٹ دیا گیا ہے۔
تجربہ ۱۱۔ کسی ناقص موصل مثلاً مقوتے
کی موصلیت حرارت کی قدر کی تعیین — شے ایک
پتلی مدور تختی کی شکل کی ہے۔ تختی کے ایک رخ کو ایک دھاتی کمرے
ب کے ساتھ تماس میں رکھ کر گرم کیا جاتا ہے (شکل ۱۱۷)
جس میں سے بھاپ کی روگزاری جاتی ہے۔ تختی کا دوسرا رخ

دھات کے مدور قرص ج کے ساتھ تماس میں رہے۔ دھات



شکل ۱۳۸۔ مقوے کی موصلیت حرارت

کی تمام سطحوں پر بیکل کا طبع کیا گیا ہے۔ پیش پیا د اور ع کو کمرے
ب اور قرص ج کے اندر سوراخوں میں داخل کر دیا گیا ہے۔
آلے میں بھاپ اُس وقت تک گزاری جاتی رہے
جب تک کہ دونوں پیش پیا مستقل نہ ہو جائیں اور اس کے بعد
پیش پیاؤں کے مقروؤں کو قلمبند کیا جاتا ہے۔
فضا کی شپش کا بھی مشاہدہ کرنا چاہیئے۔

یہ فرض کر لیا گیا ہے کہ پیش پیاؤں سے حاصل شدہ پیش پیا اور ت
مقوے کی تختی کے دونوں رُوخوں کی پیشوں کو تعبیر کرتی ہیں۔ مقوے کی
موٹائی معلوم ہونے سے پیش کا ڈھال محسوب کیا جاسکتا ہے۔ رقبہ جس میں
سے حرارت بہتی ہے، مقوے کے ایک رُوخ کے رقبہ کے برابر لیا جاسکا
ہے۔ اور اس کو قدر تختی کے نصف قطر کی مدد سے معلوم کرتے ہیں۔

اب مقوے میں سے حرارت کے بہاؤ کی شرح معلوم کرنی
ہے۔ اس کے لیے ایک علیحدہ تجربے کی ضرورت ہے۔ جب پہلے
تجربے میں مستقل حالت پہنچ جاتی ہے تو یہ ضروری ہے کہ مقوے میں
سے حرارت کے بہاؤ کی شرح اُس شرح کے ٹھیک برابر ہونی چاہیئے

جس شرح سے قرص ج کی سطح سے حرارت کا اخراج اشعاع اور حمل حرارت کے ذریعہ عمل میں آتا ہے۔ وجہ یہ ہے کہ جب تپش مستقل ہو جاتی ہے تو قرص میں کوئی حرارت جمع نہیں ہو سکتی اور اس لیے قرص کی حاصل کردہ حرارت خارج کردہ حرارت کے برابر ہونی چاہیے۔ اس سے یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ اگر ہم اس شرح کا تخمینہ کر سکیں جس سے حرارت خارج ہو رہی ہے تو ہمیں معلوم ہو جائیگا کہ حرارت کس شرح سے مقوے میں سے بہ رہی ہے۔ گرم کرنے والے کمرے ب کو مٹا دیا جاتا ہے اور قرص ج کو جس کے ایک رخ پر مقوے کی تختی تھام کر رکھی ہے اس طرح سہارا لیا جاتا ہے کہ ایصال کے ذریعہ انتقال حرارت کم سے کم ہو۔ یہ عمل بعض وقت اس طرح کیا جاتا ہے کہ قرص کو ڈواریوں کے ذریعہ لٹکا دیتے ہیں لیکن یہ زیادہ سہل ہے کہ مقوے کو کسی سہارے مثلاً لکڑی کے گنڈے پر جو خود ناقص موصل ہے رکھ دیا جائے۔

اس کے بعد قرص کو بنسنی شعلے کے ذریعہ گرم کرتے ہیں حتیٰ کہ اس کی تپش مستقل تپش تہ سے ۵ یا ۶ درجے اونچی ہو جاتی ہے۔ اس کے بعد اس کو سرد ہونے دیتے ہیں تاکہ اس کی تپش موجودہ تپش تہ سے گر کر تپہ پر پہنچ جائے جو تہ سے اتنے ہی درجے نیچے ہے جتنے درجے تہ اس کے اوپر اس تبرید کے دوران میں صرف شدہ وقت کو بھی کافی احتیاط کے ساتھ لکھ لیتے ہیں۔

تبرید کے دوران میں صنایع شدہ حرارت ک سخ (تہ تہ) ہے جہاں کہ قرص کی کمیت اور سخ دھات کی حرارت نوعی ہے۔ اس سے یہ نتیجہ نکلا کہ حرارت کے خارج ہونے کی شرح ک سخ (تہ تہ) ہے۔

یہ فرض کر کے کہ یہ مقدار موصلیت حرارت کے ضابطے میں سچ کے برابر ہے، ہم کو وہ تمام معطیات حاصل ہو جاتے ہیں جو موخر الذکر مقدار کے غروب کرنے کے لیے ضروری ہیں۔

نلی کی شکل کے ناقص موصل کی موصلیت حرارت کی تخمین

نلی کی شکل کے کسی ناقص موصل کی موصلیت حرارت کی شرح کی تعیین اس طرح ہو سکتی ہے کہ اس نلی میں سے یا نلی کے اطراف پیرہن میں سے بھاپ کی رُو گزاری جائے اور نلی کی دیواروں میں سے متقل شدہ حرارت کی مقدار کو حرارہ پیمائی کے سادہ طریقوں کی مدد سے ناپ لیا جائے۔ پہلی قسم کا آلہ — بھاپ خود نلی میں سے گزاری جاتی ہے۔ حرارہ پیمائی پانی کی معلوم کثیت لے کر نلی کو اس کے اندر غرق کر سکتے ہیں اور کسی خاص وقت کے لیے پانی کا اضافہ تپش مشاہدہ کیا جاسکتا ہے۔

تجربہ سبب — نلی کی شکل کے ناقص موصل کی موصلیت حرارت کی قدر کی تخمین — دبر کی نلی کی حالت میں ایک ایسا حرارہ پیمائے بھاپ کو جس کی گنجائش کافی سے زیادہ (۱۰۰ یا ۶۰۰ مکعب سمر) ہو تاکہ کافی لمبی نلی کچھ کی شکل میں حرارہ پیمائے کے اندر رکھی جاسکے۔ حرارہ پیمائے کے اندر کوئی برتن کو تول لو

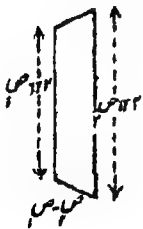
۱۔ یہ مفروضہ کامل طور پر درست نہیں ہے۔ کیونکہ جب مہلے حرارت کو ہٹالیا جاتا ہے تو قرص کی تھوڑی سی حرارت مقوسے میں سے ایصال کے ذریعہ ضائع ہو جاتی ہے۔ یہ زیادہ تر بن صحت ہوگا کہ مہلے حرارت کو اُس کی ابتدائی وضع ہی میں رکھ کر قرص کے نقصان حرارت کی شرح کی تخمین کی جائے۔ لیکن اُس کو اُسی تپش پر ہونا چاہیے جس پر قرص سے ناکہ مقوسے میں کوئی میلان پیش موجود نہ ہونے پائے۔ کم از کم تقریبی طور پر اس شرط کے سمجھنے میں عملاً کوئی دقت نہیں ہے۔

اور تقریباً دو تہائی تک پانی سے بھریو۔ بھرے ہوئے برتن کو تول لو تاکہ پانی کا وزن معلوم ہو جائے۔ پانی کی تپش متبہ معلوم کر لو جس کو بوقت آغاز سہولت کے ساتھ کمرے کی تپش سے نیچے رکھ سکتے ہیں۔ نلی کا لچھا بنا کر پانی کے اندر اس طرح رکھو کہ دونوں سرے حرارہ پیماسے کسی قدر باہر نکلتے رہیں۔ اس کے بعد نلی کے سرے کو بھاپ کے ٹکون کے سوراخ کے ساتھ جوڑ دینا چاہیے تاکہ اس کے اندر سے بھاپ کی مستقل رو بہائی جاسکے۔ نلی کا دوسرا سر قلعی (Tin) کے برتن کے اندر ڈبو دیا جائے تاکہ بستہ شدہ بھاپ کے قطرے جمع ہو سکیں۔

نلی کے اندر سے بھاپ کو مقررہ اور مشاہدہ کردہ وقت گزرنے دو تا آنکہ پانی کی تپش ۲۰ یا ۳۰ درجہ بجائے۔ اُس وقت کا مشاہدہ کر لو جس دوران میں بھاپ گزرتی رہی اور پانی کی انتہائی تپش متبہ کا بھی مشاہدہ کرو۔

پانی کے اندر ڈوبی ہوئی نلی کا طول ناپ لینا چاہیے۔ اس مقصد کے لیے یہ امر باعث سہولت ہے کہ نلی کے اُن مقامات پر دو نشان لگا دیے جائیں جہاں نلی حرارہ پیماسے کے پانی میں داخل ہوتی اور باہر نکلتی ہے۔ فرض کرو کہ ڈوبی ہوئی نلی کا طول l سم ہے نلی کے اندر دنی اور بیرونی نصف قطر بھی ناپ لو۔

ان کو علی الترتیب r_1 اور r_2 مان لو۔ تو نلی کی دیوار کی موٹائی s ہے۔ s سم ہوگی۔ اگر ہم یوں تصور کریں کہ نلی کے کمرے کو اُس کے محور کے متوازی کاٹ کر کھول دیا گیا ہے (شکل ۱۲۹) تو یہ ٹکڑا اُس شے کی ایک ایسی تختی کے تقریباً مائل ہوگا جس کی دبازت s ہے۔ s ہے۔



شکل ۱۲۹ - نلی سے تپش جتنا

جس رقبہ میں سے حرارت گزرتی ہے، اُس کو

اُس تختی کے دونوں رُوخوں کے رقبوں کا تقریباً اوسط لے سکتے ہیں یعنی

$$\frac{1}{4} = \frac{1}{4} (\pi^2 \text{ ص ل} + \pi^2 \text{ ص ل}) = \pi^2 \text{ ص ل}$$

 جہاں $\frac{1}{4} = \frac{1}{4} (\text{ص} + \text{ص})$ نلی کا اوسط نصف قطر ہے۔
 نلی کے باہر کی طرف پیش مستقل نہیں رہتی لیکن پیش کے ڈھال کو
 محسوب کرنے میں ہم ابتدائی اور انتہائی تیشوں کا اوسط لے لیتے ہیں۔ نلی کے
 اندرونی رُوخ کی پیش $\frac{1}{4} = 100$ ہر لی جاسکتی ہے۔ پس پیش کا ڈھال

$$\frac{\text{ت} - \text{ت}}{\text{ص} - \text{ص}}$$

ہے، جہاں $\frac{1}{4} = \frac{1}{4} (\text{ت} + \text{ت})$ نلی کی بیرونی اوسط پیش ہے۔
 اب اس کے علاوہ جو مقدار درکار ہے وہ مقدار حرارت ہے جو وقت
 و میں نلی کی دیوار میں سے گزرتی ہے۔ چونکہ یہی حرارت حرارہ پیا اور اُس کے
 مانیہ کی پیش کو $\frac{1}{4}$ سے $\frac{1}{4}$ تک بڑھانے میں صرف ہوتی ہے لہذا
 اس کو بھی آسانی سے شمار کر سکتے ہیں۔ اس طرح سے توصیلت حرارت کی
 قدر کی تخمین کے لیے جتنی مقداریں درکار ہیں دستیاب ہو جائیں گی اور صفحہ ۳۸
 کی تعریف کے بموجب حاصل کردہ مساوات کی مدد سے اس قدر
 (Co-efficient) کا تعین ہو جاتا ہے۔

$$\frac{\frac{1}{4} \text{ ح}}{\pi^2 \text{ ص ل} \left(\frac{\text{ت} - \text{ت}}{\text{ص} - \text{ص}} \right)} = \text{م}$$

لے کھو کھلے اُسٹوانے کی دیواروں میں سے حرارت کے بہاؤ پر غور کرنے سے جو زیادہ صحیح ضابطہ
 حاصل ہوتا ہے اُس سے

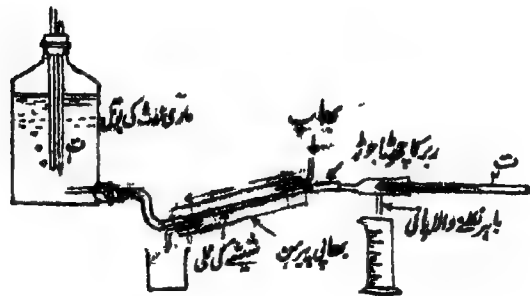
$$\frac{\frac{1}{4} \text{ ح}}{\pi^2 \text{ ل} (\text{ت} - \text{ت}) + \frac{1}{4} (\text{ت} + \text{ت})} = \text{م}$$

حاصل ہوتا ہے۔

جب نلی کی دیوار اتنی پتل ہو کہ $\frac{1}{4} \text{ ح}$ - $\frac{1}{4} \text{ ح}$ بر مقدار $\frac{1}{4} \text{ ح}$ بہت چھوٹا ہو تو یہ مساوات مزید بالاسکل اختیار کر لی جی ہے۔

دوسری قسم کا آلہ — اگر نلی طائم نہ ہو جیسے کہ شیشے کی نلی تو اس کی موصلیت حرارت کی حسب ذیل طریقے پر تخمین ہو سکتی ہے۔
نلی میں پانی کی رُو آہستہ آہستہ بہائی جاتی ہے اور اس رُو کو یکساں رکھنے کے لیے ماسری اجڑٹ (Mariotte) کی بوتل کو کام میں لاتے ہیں۔ نلی کو کسی قدر مائل رکھا جاتا ہے تاکہ تجربے کے دوران میں ہمیشہ پانی سے بھری رہے۔ اس کو بھاپ کے پیرہن سے گھیر دیا جاتا ہے جس میں سے بھاپ گزرتی رہتی ہے (شکل منظر)۔

تجربہ مقرر — نلی کی شکل کے ناقص موصول کی موصلیت حرارت کی تزکیہ کی جھین — جب پانی نلی میں داخل ہوتا ہے تو اس کی تپش متاثر لے لی جاتی ہے۔ جب پانی نلی میں سے بہتا ہے تو ایصال کے ذریعہ نلی کی دیواروں میں سے حرارت حاصل کرتا ہے اور اس عرصہ میں کہ یہ پانی نلی کے 'پیرہنی' حصے میں سے بہ نکلتے اس کی تپش بڑھ کر متاثر ہو جاتی ہے۔ عین باہر نکلنے والے پانی کی تپش بھی لے لی جاتی ہے اور باہر نکلنے والے پانی کو بیاندہ دار اسطوانہ میں جمع کر لیا جاتا ہے۔ اس عمل سے کسی خاص وقت میں نلی کے اندر سے بہ نکلنے والے



شکل منظر ۱۳ - شیشے کی نلی کی موصلیت حرارت

پانی کی مقدار معلوم کر لی جاتی ہے۔ وقت کا یہ وقفہ اتنا ہونا چاہیے کہ کم از کم ۳ مکعب سیر پانی پینے کے اندر جمع ہو جائے اور اس پانی کی کثافت آکائی فرض کر کے اس کی کمیت محسوب کر لی جاتی ہے۔ اگر وہ ٹانوں میں نلی میں سے بہنے والے پانی کی کمیت ک گرام ہو تو اس مدت کے اندر نلی کی دیواروں سے ایصال شدہ مقدار حرارت ح کی قیمت ک (ت - ت) حرارے ہوگی۔

بھاپ پیر ہن کے سروں کے درمیان نلی کے طول کو ناپ لیتے ہیں اور نلی کے اندرونی اور بیرونی نصف قطروں کی بھی پیمائش کر لی جاتی ہے۔ فرض کرو کہ یہ علی الترتیب ل، ص، اور ص ہیں۔ تو اوسط رقبہ

$$\pi^2 \text{ ص ل ہے جس میں سے حرارت بہتی ہے اور جہاں قس} = \frac{1}{4} (\text{ص} + \text{ص})$$

نلی کے اندر پیش کا اوسط ڈھال

$$\frac{100 - \text{ت}}{\text{ص} - \text{ص}} = \text{ہے جہاں ت} = \frac{\text{ت} + \text{ت}}{2}$$

پس

$$\text{ک (ت - ت)} = \text{م} \pi^2 \text{ ص ل} \left[\frac{100 - \text{ت}}{\text{ص} - \text{ص}} \right] \text{ و}$$

ان میں سوائے م کے دوسری تمام رقیں پانی یا مشاہدہ کی جاسکتی ہیں۔ لہذا م محسوب ہو سکتا ہے۔

لے اگر زیادہ صحیح مساوات استعمال کی جائے تو

$$\text{ک (ت - ت)} = \frac{\pi^2 \text{ م ص ل} (100 - \text{ت})}{\text{لوک} \frac{\text{ص} + \text{ص}}{2}}$$

فصل ششم

حرارت کا مُعادلِ حیلِی

۱۔ حرارت کے مُعادلِ حیلِی کی تعریف اور تخمین

ڈاکٹر جے۔ پی۔ جول (۱۸۱۸ء - ۱۸۸۹ء) نے یہ ثابت کیا کہ جب میکانی توانائی کے خرچ سے حرارت پیدا کی جاتی ہے تو پیدا شدہ حرارت کی ہر اکائی کے لیے کام نہی اکائیوں کی ایک خاص تعداد صرف کرنا پڑتی ہے۔ اس تعداد کو حرارت کا مُعادلِ حیلِی کہتے ہیں۔ اس طرح ایک حرارہ (گرام درجہ مٹی) پیدا کرنے کے لیے ۲۴۲ x ۱۰ آرگ یا ۲۲ جول کام درکار ہے۔ س۔ گ۔ ش۔ نظام میں تپش کا مٹی پیمانہ استعمال کرنے پر حرارت کے مُعادلِ حیلِی کی قیمت ۲۴۲ x ۱۰ آرگ فی حرارہ یا زیادہ صحیح طور پر ۲۴۲ x ۱۰ آرگ فی ۲۰ حرارہ ہوتی ہے۔

تجربہ ۱۱۔ پارے کو ایک نلی کے اندر گلا کر حرارت کے مُعادلِ حیلِی کی تعین کرنا۔
شیشے کی ایک چوڑی اور تھوڑا ایک میٹر لمبی اور ۳ تا ۴ سمر قطر کی

نلی کا ایک سر اسرہر مہر کر دیا جاتا ہے۔ اور دوسرے سرے پر ربر کی چست ڈاٹ لگائی جاتی ہے جس میں سے ستاس تپش پیا گزرتے ہیں۔ تقریباً ۵ کعب سمر پارانی میں ڈالا جاتا ہے اور ڈاٹ کو اس کی جگہ پر احتیاط سے لگا دیتے ہیں۔ نلی کو اس کے وسط میں مضبوطی کے ساتھ اس طرح پکڑ کر انتصاباً رکھتے ہیں کہ اس کا زیرین سرا کسی میز کے ساتھ ایک ہی سطح میں رہے۔ اب نلی کو تیزی کے ساتھ اس طرح اٹھتے ہیں کہ نلی کا بالائی سرا اسی وضع میں آ جاتا ہے جس وضع میں پہلے زیرین سرا تھا۔ اس کے یہ معنی ہیں کہ نلی کو اس کی لمبائی کے وسط میں سے گزرنے والے افقی محور کے گرد گھمایا جائے۔ گھمانے کے دوران میں پارانی کے سرے کی طرف ہی رہتا ہے لیکن جب نلی انتصابی ہو جاتی ہے تو پارا ایک سرے سے دوسرے سرے کی طرف گزرتا ہے۔

پارے کو اوپر اٹھانے میں جو کام صرف کیا گیا تھا گزرنے کے دوران میں توانائی بالفعل میں تبدیل ہو جاتا ہے اور جب پارانی کے پینڈے پر ساکن ہو جاتا ہے تو یہی کام حرارت میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ تپش میں مناسب اضافے کے لیے یہی عمل تقریباً ۵ مرتبہ دوہرایا جائے۔

فرض کرو کہ

ک = نلی میں پارے کی کثیت

نخ = پارے کی حرارت نوعی

ت = آخری تپش

ت = ابتدائی تپش

تو یہ فرض کر کے کہ کوئی حرارت ضائع نہیں ہوئی، پیدا شدہ حرارت کی

مقدار

ح = ک نخ (ت - ت)

فرض کرو کہ ۵ = وہ انتصابی فاصلہ جس میں پارے کا مرکز ثقل نلی کو

اُلٹنے کی صورت میں گرتا ہے (یاد رہے کہ یہ شیشے کی نلی کا طول نہیں ہے) اور $n =$ تعداد جتنی مرتبہ یہ عمل دہرایا گیا۔

تو میکانی توانائی جو غائب ہوئی $y = n \text{ ک ج ہ}$

$$\text{لہذا } \text{جہ} = \frac{y}{n \text{ ک ج ہ}} = \frac{n \text{ ک ج ہ}}{n \text{ ک ج ہ}} = \frac{y}{n \text{ ک ج ہ}} = \frac{y}{n \text{ ک ج ہ}}$$

اس نتیجہ کی مدد سے جہول کا معادل محسوب کر سکتے ہیں۔

یاد رہے کہ 'جہول' کی قیمت استعمال شدہ پارے کی کمیت کے غیر تابع ہے۔ کسی حقیقی تجربے میں پارے کی تھوڑی سی مقدار استعمال نہ کی جائے ورنہ نلی کو گرم کرنے میں جو حرارت صرف ہوگی، پارے کو گرم کرنے میں صرف شدہ حرارت کے مقابلہ میں قابل لحاظ ہو جائیگی۔ اس سے کم تر صحیح طریقہ، جس میں پیش پیما کے ٹوٹنے کا کم اندیشہ ہے، یہ ہو سکتا ہے کہ ٹھوس کاگ استعمال کیا جائے اور پارے کو اس عمل سے پہلے اور بعد کسی چھوٹے سے پیالے میں ڈال کر اس کی پیش معلوم کی جائے۔

دھاتی مخروطوں کے مابین رگڑ کے ذریعہ حرارت کی پیدائش

دو دھاتی مخروطوں کے مابین رگڑ کے ذریعہ حرارت کے معادل جہولی کی تخمین کا سادہ جڈ ذیل طریقہ جہول کے استعمال کیے ہوئے ایک طریقے سے اخذ کیا گیا ہے:-

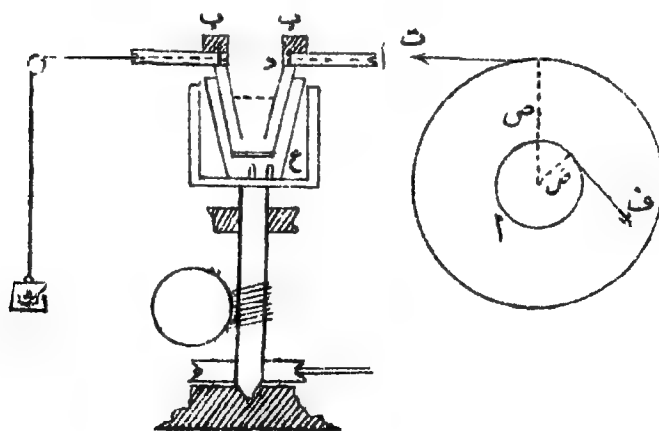
دو دھاتی مخروط d اور e (شکل ۱۳۱) لیے جاتے ہیں جو ایک دوسرے کے اندر خوب پھنس کر بیٹھتے ہیں بیرونی مخروط پر قوت لگا کر گھمایا جاتا ہے۔ اس عمل کے لیے مخروط کو ایک ایسے اتصالی مکے (Spindle) سے ملحق کر دیتے ہیں جو ہاتھ سے گھومنے والے آڑھ سے کبے ذریعہ چلایا جاتا ہے۔ اندرونی مخروط کو

گھومنے سے باز رکھتے ہیں۔ اس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ تماسی سطحوں میں گرہ پیدا ہوتی ہے اور اس طرح پیدا شدہ حرارت مخروطوں کو اور نیز اس مائع (بالعموم پانی یا بعض اوقات پارام کو گرم کرنے میں صرف ہوتی ہے جو اندرونی مخروط کے اندر رکھا جاسکتا ہے۔

حرارت کی پیدا شدہ مقدار کا تعین مائع کا اضافہ تپش اور برتن کا آب مساوی معلوم کرنے پر موقوف ہے۔

حرارت پیدا کرنے میں جس قدر میکانی کام صرف ہوا، اس کا تخمینہ اس طرح ہو سکتا ہے کہ اندرونی مخروط کو گھومنے سے باز رکھنے کے لیے قابل پیمائش مروڑ لگائی جائے۔ اور بیرونی مخروط کی تعداد گردش گن لی جائے۔

۱ ایک لکڑی کا مدور قرص ہے جو اندرونی مخروط پر لٹکا ہوا ہے اور اس سے دو ثابت پین کے ذریعہ لٹکتی ہے۔ اس کو اپنی جگہ پر قائم رکھنے کے لیے اس کے اوپر ایسے کا بوجھ رکھ دیا گیا ہے۔ قرص کے محیط کے ساتھ لی ہوئی ایک ڈوری چرخہ پر سے گزرتی ہے اور اس کو اس کے دوسرے سرے پر بندھے ہوئے معلوم وزن ک (۱۰۰ یا ۲۰۰ گرام) کے ذریعہ کھینچا ہوا رکھتے ہیں۔ جب بیرونی مخروط کھلایا جاتا ہے تو اندرونی مخروط بھی اس کے ساتھ گھومنے کا



شکل ۱۳۱ - حرارت کا مساوی عمل

تقاضا کرتا ہے لیکن اُس قوت کے معیار اثر کی وجہ سے جو ڈوری کے تناؤات کی وجہ سے پیدا ہوتا ہے، یہ گھومنے سے باز رکھا جاتا ہے۔ جب آلہ استعمال ہو رہا ہو تو ڈوری کو لکڑی کے قرص کے محیط کے ساتھ ہمیشہ میا سی وضع میں رہنا چاہیے۔

فرض کرو کہ قرص کا نصف قطر ص ہے اور مخروطوں کی تماسی سطحوں کا اوسط نصف قطر ص، اگر ف مخروطوں کے مابین فک (رگڑا) کی اوسط قیمت ہو تو

$$F = V \times T$$

$$= K \times V$$

جہاں ک معلقہ جسم کی کیفیت ہے۔
اندرونی مخروط کے ساکن رہنے کی صورت میں بیرونی مخروط کے ایک پیکر میں جس قدر کام ہوا وہ ف πr^2 ص کے برابر ہے۔ لہذا ان چکروں میں جو کام ہوگا

$$= \pi r^2 \times V \times T$$

اگر چیک ف اور ص کی جدا گانہ قیمتیں صحت کے ساتھ نہیں معلوم کی جا سکتیں، تاہم ف ص کی قیمت مندرجہ بالا مساوات سے معلوم ہو سکتی ہے۔ کام کے لیے اس محصلہ قیمت کو مندرج کرنے سے

$$K = \pi r^2 \times V \times T$$

پس جیلی کام کو ارگ کی رقوم میں محسوب کر سکتے ہیں۔

تجربہ یہ ہے۔ حرارت کے معادل جیلی کی تخمینہ دودھاتی مخروطوں کے مابین رگڑتے

ذریعہ — اس تجربہ کی انجام دہی کے لیے یہ لازم ہے کہ مخروطوں کے مابین رگڑ کی مقدار مناسب ہو ورنہ معلقہ وزن کو مقررہ سطح بلندی پر قائم رکھنا غیر ممکن ہوگا۔ عموماً چکنائے والے تیل کا ایک چھوٹا سا قطعہ اندرونی اور بیرونی مخروطوں کے سطح میں ڈال دینا کافی ہوتا ہے۔ اگر ان مخروطوں کو چکایا نہ جائے تو تماسی سطحیں ایک دوسرے کو ”بکڑھ“ لیتیگی۔

تجربے کے آغاز سے قبل مدھن کی مناسب مقدار معلوم کر لینی چاہیے۔ اس کے لیے چلاؤ پہیہ کو گھما کر آلہ کا امتحان کر لیتے ہیں تاکہ یہ معلوم ہو جائے کہ اس کو کافی جال کے ساتھ گھمانے سے آیا وزن تقریباً ایک مقررہ اونچائی پر برقرار رہتا ہے یا نہیں۔

پہلے دونوں خالی مخروطوں کو ایک ساتھ تول لو اور جب اندرونی مخروط دو تہائی پانی سے بھرا ہوا ہو تو پھر دوبارہ تول لو۔ اس کے بعد مخروطوں کو آٹے میں واپس رکھ دو اور تپش معلوم کرنے کے لیے ایک حساس تپش پیدا داخل کرو۔ اگر احتیاط سے کام لیا جائے تو خود تپش پیمائے ہلانی کا کام لے سکتے ہیں۔ بعض وقت تپش پیمائے کو ایک ٹیکن کے ذریعہ سہارا رکھتے ہیں اور ایک علیحدہ ہلانی کام میں لائی جاتی ہے۔

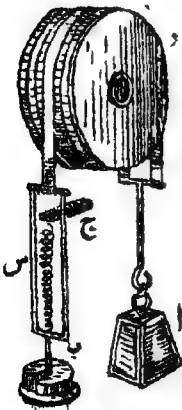
یہ بات اہم ہے کہ اشتعال کی وجہ سے جو نقصان یا کسب حرارت ہو اس کا لحاظ کیا جائے۔ اس کے لیے یہ ضروری ہے کہ تجربے کے آغاز سے پہلے ایک ایک منٹ کے وقفے سے پانچ منٹ تک تپش پیمائے کے مقروئے حاصل کیے جائیں۔ اس کے بعد آلہ پہیہ کو گھما کر حسب ضرورت گردشیں دی جائیں۔ گردشوں کی تعداد معدوم پرزہ ج کے ذریعہ معلوم ہوتی ہے جو گردش کرنے والے پیکلے کے ساتھ گھرایا ہوا (Geared) ہے۔ اس امر کے لیے کہ اعداد تپش اتنی مقدار میں حاصل ہو کہ مناسب صحت کے ساتھ اس کی پیمائش ہو سکے یہ ضروری ہے کہ گردشیں کافی تعداد میں دی جائیں۔ اس غرض کے لیے غالباً ۵۰۰ یا ۱۰۰۰ گردشیں درکار ہونگی۔ اس میں جو وقت صرف ہو لکھ لیا جائے جب یہ عمل ختم ہو جائے تو تپش پیمائے کی جانچ اور پھر پانچ منٹ تک ایک ایک منٹ کے وقفے سے تپش پیمائے کے مقروئے حاصل کیے جائیں۔ تجربے کے آگے اور پیچھے ان مقروؤں سے تبدیلی تپش کی اوسط مخرج معلوم ہو جائیگی اور تجربی ویر تجربہ جاری رہا اس وقت کے معلوم ہونے پر اس دور ان

میں اصلی تبدیلی محسوب کر سکتے ہیں۔ مخروطوں کے مابین دگر سے
تپش کے امانے کا اندازہ کرتے وقت اس تبدیلی کو بھی ملحوظ رکھنا
چاہیے۔

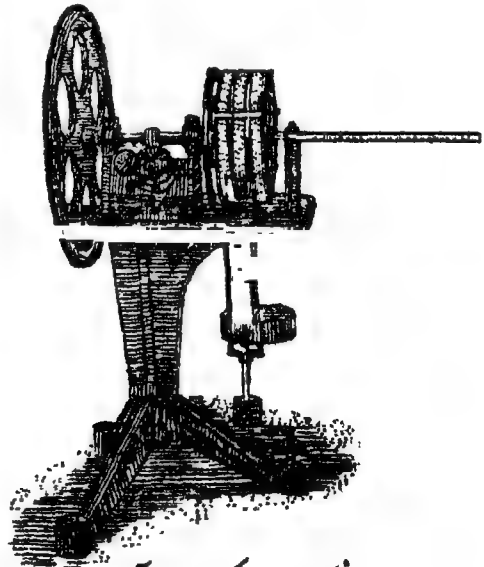
آب مساوی اور اضافہ تپش کی مدد سے پیدا شدہ حرارت کے
حراروں کی تعداد معلوم کرو۔ ایک بڑے سرل چاپ کے ذریعہ لکڑی کے
قرص کا قطر معلوم کرو اور جملہ "کام" 332 ن ک ج ص کو استعمال
کر کے صرف شدہ کام کی مقدار محسوب کرو۔ معادل جیلی کو امرنگ فی حرارہ اور
نیز جول فی حرارہ کی رقوم میں بیان کرنا چاہیئے۔

حرارت کے معادل جیلی کے لیے کیلنڈر کا آلہ

اس قسم کے آلے میں (شکل ۱۳۲) پانی ایک مجوف اسطوانے کے
اندہ رہتا ہے جس کو برقی موٹریا ہاتھ سے گھمایا جاتا ہے۔ اس اسطوانے پر سے



شکل ۱۳۲۔ کیلنڈر کے آلہ کا ڈیٹا میٹر



شکل ۱۳۳۔ کیلنڈر کا آلہ

ریشمی صابٹ پٹی گزرتی ہے جس میں تین فیٹے ہوتے ہیں۔ بیرونی دو فیتوں کو اُسطوانے کے گرد ایک مرتبہ لپیٹ کر اس کے ایک سرے پر وزن (شکل ۱۳۳) جو کئی کلو گرام (۲۵ تا ۳۵) ہوتا ہے، لٹکا دیتے ہیں۔ ان فیتوں کے دوسرے سرے باقی دانت یا وولکنائٹ (Vulcanite) کے ٹکڑے سے باندھ دیے جاتے ہیں جس سے وسطی فیتہ کا سرا بھی باندھ دیا جاتا ہے۔ یہ فیتہ پہلے دو فیتوں کے بیچ میں سے ہوتے ہوئے اور ان تسلسل قائم رکھتے ہوئے اُسطوانے کے اوپر سے گزرتا ہے۔ اس کے ساتھ ایک جُوا (Yoke) میں اس کے دوسرے سرے پر لگا رہتا ہے اور اس جُوے کے ساتھ ایک چھوٹا سا تقریباً ۲۰۰ یا ۴۰۰ گرام کا وزن ب لٹکا دیا جاتا ہے۔ جُوے کے ذریعہ سرے میں سے ایک کافی دائرہ گزر گزرتی ہے جو آلہ کے ڈھانچے کے ساتھ ج پر لٹکی ہوئی ہوتی ہے۔ یہ کمانی وزن ب پر اوپر کی طرف عمل کرتی ہے اور دورانِ تجزیہ میں کسی حد تک ب کو سہارے رکھتی ہے۔ اس کا کام یہ ہے کہ آلے کے عمل کو یکساں رکھے۔

فرض کرو کہ اُسطوانہ پیکانی سمت میں گھوم رہا ہے تو پیٹوں کی رگڑ کی وجہ سے ۱ اوپر چڑھیکا اور ب نیچے گر گیا۔ پٹی کے سروں کے مابین تناؤ کا فرق اُسطوانے اور پٹی کے درمیان رگڑ کی قوت کے برابر ہے۔ اُسطوانے یا ثابت چرخ کی گرد فرکی قوت کا انحصار آزاد سرے کے تناؤ پر ہے (دیکھو صفحہ ۱۴۶)۔ اگر ب کے وزن کو احتیاط کے ساتھ ٹھیک کر لیا گیا ہو تو یہ ممکن ہے کہ جب اُسطوانہ ایک خاص چال سے گھوم رہا ہو تو ب ۱ کو ٹھیک طور پر متوازن رکھے۔ بہر حال اگر ب کو ٹھیک اس کے برابر قیمت کے لیے مرتب نہ کیا گیا ہو تو پٹی آہستگی کے ساتھ اُسطوانے کی سمت گردش میں یا اس کے برخلاف سمت میں حرکت کرنے لگیگی لہذا اس کے

۱۔ ریشمی پٹی صاف اور خشک رہنی چاہیے اور جب آلہ استعمال میں نہ ہو تو اس کو کاغذ کے لفافے میں علحدہ لپیٹ کر رکھ دینا چاہیے۔

کہ ب اس خاص مقدار سے لپا ہے یا چھوٹا۔ اسنادہ پیش، رفتار کی تبدیلی، یا کسی اور سبب سے رگڑ کی قدر میں خفیف سی تبدیلی ہو جائے تو ب کو دوبارہ ٹھیک کر لینے کی ضرورت ہوگی۔ یا اگر ضابطہ پہلی اور اسٹوائے کے مابین زاویہ تماس میں کسی سرے کے خفیف بہتر از سے فرق پیدا ہو جائے تو پہلی کسی نہ کسی سمت میں حرکت کرنے لگیگی۔

اگر کمائی دار ترازو استعمال نہ کی جائے تو وزن ب کو ترتیب دینا وقت طلب ہوگا۔ اور دوران تجربہ میں متعدد وقفوں پر دوبارہ ترتیب دینے کی ضرورت پڑتی رہیگی۔ کمائی کے ذریعہ مندرجہ ذیل طریقے پر اس وقت طلب ترتیب کی ضرورت باقی نہیں رہتی: اگر کسی آن میں فرکی قوت بہت زیادہ ہو گئی ہو تو ب نیچے کی طرف حرکت کرنے لگتا ہے۔ اور اس طرح اس کے وزن کا کچھ حصہ کمائی پر آ جاتا ہے۔ اس حصہ وزن کے کم ہو جانے سے اسٹوائے پر پہلی کی فرکی قوت کسی قدر کم پیدا ہوتی ہے اور اس طرح ب کی زیرین حرکت روک دی جاتی ہے۔ رگڑ کی قوت میں زوال کی وجہ سے ب اوپر اٹھنے لگتا ہے۔ اور پھر اس کا وزن پہلی پر زیادہ اچھی طرح پڑتا ہے۔ اور لازماً رگڑ بڑھ جاتی ہے۔ پہلی کی حرکت دوبارہ بند ہو جاتی ہے۔ کسی اسٹوائے کے گرد اس طرح ضابطہ پہلی کے انتظام کو ڈینامومیٹر (Dynamometer) کہتے ہیں۔

فرکی قوت (ت - تبا) کے برابر ہے۔ جہاں تبا کا وزن ہے اور تبا وہ فرق ہے جو ب کے وزن اور کمائی دار ترازو کی لگائی ہوئی قوت کے مابین ہے۔ یہ تمام قوتیں ڈائنوں (Dynes) میں ناپی جانی چاہئیں۔ صرف شدہ کام کی مقدار اسٹوائے پر لگائے ہوئے فرکی جفت اور نیم قطریوں میں اسٹوائے کے گردشی زاویے کے حاصل ضرب کے برابر

۱۔ ٹوس سلوں کے مابین رگڑ کی قوت ان کی انسانی رفتاروں کے تقریباً غیر تابع تو ہوتی ہے مگر تعلق غیر تابع نہیں ہوتی۔

ہے۔ پس ن گردشوں میں جو کام کیا گیا $2\pi n$ (ت - ست) ص کے برابر ہے۔ جہاں ص اُسٹوانہ کا نصف قطر ہے۔
گردشوں کی تعداد کا تعین گردش معقد کے ذریعہ کیا جاتا ہے جو اُسٹوانے کی دھری پر لگا دیا جاتا ہے۔


گردشوں کی ایک معلومہ تعداد کے لیے پیدا شدہ حرارت کا تعین پانی کی تپش کے اصلنے اور اُسٹوانے اور اُس کے مانیہ کے حرارتی متبادل کے حاصل ضرب کے ذریعہ معلوم کیا جاتا ہے۔ ایصال کے ذریعہ نقصان حرارت کو دفع کرنے اور حرارتی متبادل کو ایک خاص قیمت پر رکھنے کی غرض سے اُسٹوانے کو باقی دانت یا ولکنائیٹ (Vulcanite) کی گول میخوں پر چڑھا دیتے ہیں جو اُسٹوانے کے محیط پر چھ جگہ لگی ہوتی ہیں۔ ان گول میخوں کے ذریعہ اُسٹوانہ چلاؤ قرص اور متکے کے ساتھ ملحق ہوتا ہے۔ اُسٹوانے کے سرے کی تختی میں ایک سوراخ ہوتا ہے جس میں سے تپش پیا داخل کرتے ہیں اور اُسٹوانے کے اندر پانی ڈالا جاتا ہے۔ تجربہ سے پہلے اُسٹوانہ کو نصف پانی سے بھر لیتے ہیں اور اندر ڈالنے سے پہلے پانی کا وزن و گرام معلوم کر لیا جاتا ہے۔ جب اُسٹوانہ گھومتا ہے تو پانی کو بھی گردش حرکت ملتی ہے اور یہ بھی اُسٹوانے کے ساتھ ساتھ گھومنے لگتا ہے۔ اس کو اُسٹوانے سے باہر نکل جانے سے صرف مرکز گریز قوت روکتی ہے۔ جس کی وجہ سے وہ کنارے کے ساتھ ہمیشہ ملا رہتا ہے۔

اس آلہ کا تپش پیا ایک خاص وضع کا ہوتا ہے۔ یہ خمیدہ ہوتا ہے تاکہ اس کا جوفہ اُسٹوانے کے کنارے کے قریب اور اندر رہے اور درجہ دار تہ مرکزی سوراخ سے باہر نکلا رہتا ہے۔ اس کو شکل ۱۳۲ میں دکھائے ہوئے طریقے کے بموجب جکڑ دیا جاتا ہے۔ پانی جو نے سے ٹکراتا ہوا گزرتا ہے اور تپش پیا پر اس کی تپش مندرج ہوتی جاتی ہے۔ گردش حرکت سے پانی اچھی طرح متاثر ہوتا ہے اس کا نتیجہ یہ ہے کہ سارے مائع میں تپش کی یکسانی پیدا ہو جاتی ہے۔ چونکہ تپش پیا ایک جگہ قائم

رہتا ہے اس لیے دوران تجربہ میں کسی آن بھی تپش لینے میں اس سے مدد ملتی ہے۔ اس لیے یہ ممکن ہے کہ اگر ضرورت ہو تو وقت و تپش کا منحنی کھینچ سکتے ہیں اور اس منحنی کی مدد سے انتہائی تپش کے لیے انفعالی نقصانات کی تصحیح بھی کر سکتے ہیں (صفحہ ۳۶۳)۔ اسطوانے کا آب مساوی اس کی کمیت تک اور حرارت نوعی بخ کے ذریعہ معلوم ہو سکتا ہے۔ صرف شدہ کام اور پیدا شدہ حرارت کے ذریعہ حرارت کا معادل حیل "جو" مساوات

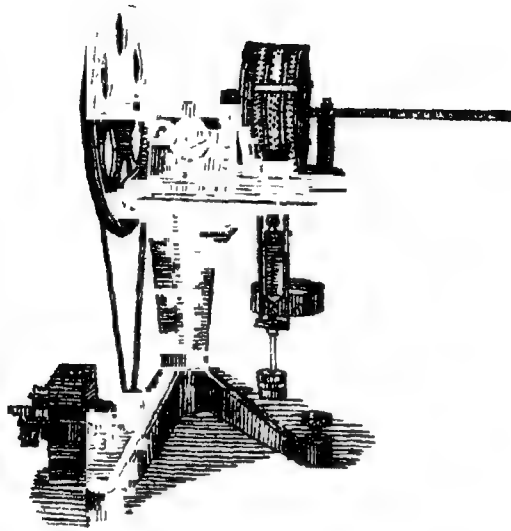
کام = جوح
کے ذریعہ متعین ہو جاتا ہے۔ صرف شدہ کام کی مقدار ۳۳۲ ن (ت۔ ت) ص سے حاصل ہو جاتی ہے۔

ح پیدا شدہ حرارت کی مقدار ہے اور (و + ک بخ) (تہم - تہم) کے مساوی ہے جہاں تہم اور تہم اوسطانے کے اندر پانی کی ابتدائی اور انتہائی تپشیں ہیں۔

تجربہ ۱۱۲۔ کیلنڈر کے آئے کے ذریعہ حرارت کے معادل حیل کی تخمینہ آئے کو ہاتھ سے یا موٹر کے ذریعہ چلانے کے لیے ترتیب دیتے ہیں۔ نرم کپڑے پر کوئی رقیق دھاتی پالش ڈال کر اس سے اسطوانہ کی گھرنے والی سطح کو بڑی احتیاط کے ساتھ پالش کرو۔ ضابطہ بیڑوں کو شکل  میں دکھائے ہوئے طریقے کے بموجب ترتیب دے دو۔ سرے پر ۵ کلو گرام اور سرے ب پر ۴۰۰ گرام کا بوجھ لگاؤ اور نیز کمائی دائرہ ترازو کو آئے کے ڈھانچے کے ساتھ ج پر لٹکاؤ۔

پانی کی اتنی مقدار ملاپ لو جو اسطوانے کو تقریباً اُس کے مرکز کی سوراخ تک چڑھ کر سکے۔ اندازاً ۳۰۰ اور ۵۰۰ کھپ سم کے درمیان پانی کی ضرورت ہوگی۔ فرض کرو کہ اس کی کمیت

و گرام ہے۔ پانی کو اُسٹوانے کے اندر داخل کرو۔



شکل ۱۱۱ - کیلنڈر کا آلہ موٹر کے ذریعہ چلانے کے لیے
(کیمرج ماسٹنگ انٹرمنٹ کمپنی)

پیش پیمائے کے جوئے کو اُسٹوانے کے اندر رکھ دو اور اس کو اُس قبضہ کے اندر جو آٹے میں لگا ہوا ہے، اس طرح جگا دو کہ پیش پیمائے کا تسمہ اُسٹوانے کے محور کی سمت میں باہر نکلا رہے۔ چونکہ داخل کرنے کے وقت غایت احتیاط کی ضرورت ہے کیونکہ موٹر کے مقامات پر پیش پیمائے آسانی سے ٹوٹ جاتا ہے۔

موٹر چلا دو اور اس کی جال کو یا ۱ اور ۲ کی کمیتوں کو مرتب کرو تا آنکہ اُسٹوانے کے گھومنے پر پٹی ساکن رہے۔ اس امر کی احتیاط کرنی چاہیے کہ بجرا، آلہ سے ڈھانچے کو متس نہ کرنے پائے اور نیز کمائی دار ترازو کا نمائندہ

پیمانے کے دونوں سروں سے کافی دُور ہٹا رہے۔ جب یہ انتظام ختم ہو جائیں تو موٹر روک دی جاتی ہے اور پانی کو ساکن ہونے کا موقع دیا جاتا ہے۔ پانی کی تپش t_m اور گردشی مقدار کے مقروضے حاصل کر لیے جاتے ہیں۔

اب اصلی تجربے کو انجام دینے کے لیے موٹر چلا دو اور اسٹوائے کی ہر پیماس یا ایک سو گروٹوں کے لیے پانی کی تپش پڑھ لو۔ تپش کے مقروضوں کے ہر جوڑے کے درمیان کمائی دار ترازو کا کھینچاؤ بھی دیکھتے رہو تاکہ اضافہ تپش کے اس حصے میں کمائی کی اوسط قوت کا اندازہ ہو سکے۔ کل تجربے میں جتنا وقت لگے اُس کو بھی لکھ لو۔

ایک ہزار (یا کوئی اور مناسب تعداد) چکروں کے بعد موٹر روک دو اور جب پانی ساکن ہو جائے تو تپش t_m حاصل کرو۔ اس کے بعد آلے کو اتنے ہی وقت کے لیے چھوڑ رکھتے ہیں جتنا کہ تجربہ میں صرف ہوا تھا۔ اس دوران میں تپش کی کسی معلوم کر لیتے ہیں۔ فرض کرو کہ یہ کمی t_m ہے۔

دوران تجربہ میں تپش کی جو اوسط زیادتی ماحولی تپش پر ہوتی ہے وہ آخری زیادتی کا نصف ہے۔ لہذا دوران تجربہ میں نقصان حرارت کی اوسط شرح اختتام تجربہ پر نقصان حرارت کی شرح کا نصف ہوگی۔ پس تجربہ کے دوران میں اشعاعی انجم کے لیے مشاہدہ کردہ اضافہ تپش میں $\frac{t_m}{2}$ جمع کر دینے سے ہیں

$$X = (t_m - t_m) + \frac{t_m}{2}$$

حاصل ہوگا جہاں X دوران تجربہ میں پیدا شدہ حرارت کی مقدار ہے۔ اس جملے میں کہ اسٹوائے کی قیمت ہے اور X اسٹوائے کے مادہ کی (جو عموماً پینٹل ہوتا ہے) حرارت نوعی ہے۔ k کی قیمت اسٹوائے کے سرے پر آلہ ساز خود کندہ کر دیتے ہیں۔

صرف شدہ کام کی پیمائش کے لیے یہ ضروری ہے کہ اسطوانہ کا قطر معلوم کیا جائے۔ فرض کرو کہ صی ہے۔ پیٹی کے دونوں سروں کے مابین تناؤ کے ذریعہ سے فرکی قوت حاصل ہو جائیگی۔ فرض کرو کہ کمائی دار ترازو کے مقروڑوں کی اوسط قیمت صی گرام ہے۔ پس پیٹی کے اُس سرے پر جس پر کہ ب لٹکا ہوا ہے تناؤ ت (ب - ص) گرام وزن کے برابر ہوگا۔
پیٹی کے دوسرے سرے پر تناؤ ت' ا گرام وزن کے برابر ہے۔
پس اس طرح فرکی قوت ذیل کے جملہ سے حاصل ہو جائیگی :-

ف = (ت - ت') ڈائین = $\frac{1}{9.8}$ (ب - ص) کم ج ڈائین

یہ قوت اسطوانے کے احاطہ کے گرد عمل کرتی ہے اور رگڑ کی وجہ سے پیدا ہونے والا محنت

ف ص ڈائین سر ہے۔

اور ن گردشوں میں جو کام ہوتا ہے وہ برابر ہے

۲۲ ن ف ص ارگ کے

پیدا شدہ حرارت ح اور صرف شدہ کام کی مقدار کو گردشوں کی ایک خاص تعداد کے لیے محسوب کرو۔ اور مساوات ذیل کی مدد سے معادل جیسی

”جو“ کو شمار کرو :-

کام = جوح

نوٹ :- کیلنڈر کے آلے کا اطمینان بخش استعمال، سطح اسطوانہ پر ابھی پالش حاصل کرنے پر موقوف ہے۔ اس کے لیے کافی احتیاط و توجہ اور وقت کی ضرورت ہوگی خصوصاً جب کہ اس طرح ہوا سے استعمال نہ کیا گیا ہو۔

فصل ہفتم

رطوبت پیمائی

۱۔ تعریفات

ہوا کی رطوبت پیمائی حالت یا مرطوبیت اضافی کی تعریف یوں ہو سکتی ہے کہ یہ ہوا کی فی صد یا کسری سیری سے کسی تپش پر ہوا میں بخارات آبی کی ایک اعظم مقدار موجود رہ سکتی ہے۔ یہ اعظم مقدار اس تپش پر کے آبی بخارات کی سیری کے دباؤ د کے متناظر ہے۔ بخارات کی جو مقدار حقیقتہً موجود رہتی ہے، اس اعظم مقدار کے شاذ ہی برابر ہوتی ہو۔ موجودہ بخارات کی حقیقی مقدار کی متناظر کسری کا بخاری دباؤ د ہوتا ہے جو بالعموم د سے بہت کم ہوتا ہے۔ موجودہ بخارات آبی کی کمیت د کے متناسب ہوتی ہے۔ اس سے یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ کسری سیری کو $\frac{D}{D_s}$ سے یا فی صد $\frac{D}{D_s} \times 100$ سے ظاہر کر سکتے ہیں۔

ہوا میں جو آبی بخارات موجود ہوتے ہیں کسی خاص تپش پر ہوا کو سیر کرنے کے لیے کافی ہو سکتے ہیں۔ اگر ہوا کو مقامی طور پر اس تپش سے کم سرد کیا جائے تو جو کوئی چھٹی سطح اس سرد شدہ ہوا میں کھلی رہے گی، اس پر شبنم جمع ہو جائیگی؛ اس تپش سے کم کو نقطہ خفتم کہتے ہیں۔

تقرب کے بہت ہی قریب درجہ تک نقطہ شبنم پر جو سیری کا بخاری دباؤ (س - ب - د) ہوتا ہے، اس کو ہوا میں موجودہ بخارات کے دباؤ کے مساوی فرض کر سکتے ہیں۔ پس اگر ہم نقطہ شبنم معلوم کر سکیں تو اس سے ہوا کی رطوبت پیمائی حالت حاصل کر سکتے ہیں کیونکہ جدولوں (دیکھو صفحہ ۴۱۲) کی مدد سے کسی تپش پر بخاراتِ آبی کے لیے سیری کا بخاری دباؤ معلوم ہو سکتا ہے۔ پس

$$\text{رطوبت پیمائی حالت} = \frac{\text{نقطہ شبنم پر س - ب - د}}{\text{ہوا کی تپش پر س - ب - د}}$$

۲۔ نقطہ شبنم کی تعین کے طریقے

رطوبت پیم

مقامی طور پر ہوا کو سرد کرنے کا طریقہ یہ ہے کہ ایک دھاتی جہلا سطح کو سرد کیا جائے۔ جب اس پر شبنم جمع ہو جاتی ہے تو یہ جہلا سطح دھندلی ٹر جاتی ہے اور زیادہ شفق ہونے کی صورت میں شبنم کا ذرا سا شائبہ بھی معلوم کر لیا جاسکتا ہے اب اگر اس وقت سطح کی تپش حاصل کی جائے تو وہی تپش نقطہ شبنم ہوگی۔ اس مقصد کے لیے جو آلہ بنایا جاتا ہے اسے رطوبت پیم کہتے ہیں۔

دانیالی رطوبت پیم

نمک ۱۳۔ میں دانیالی رطوبت پیم دکھایا گیا ہے۔ آلہ کی اس

صورت میں دھاتی سطح ایک طلائی پٹی ہوتی ہے جو شیشے کے زیرین جوئے کے ساتھ چسپاں کر دی گئی ہے۔ اس جوئے کے اندر پیش پیا ہونا ہے جس کا تنہ اس نلی کے سرے تک جاتا ہے جو اس جوئے کو ٹیکن کی دوسری جانب کے ایک دوسرے جوئے ب کے ساتھ ملحق کرنی ہے۔ ان جوئوں اور الحاقی نلی میں صرف ایتھر اور ایتھر کے بخارات ہوتے ہیں۔



شکل ۱۳۵۔ دانیالی رطوبت پیا

بالائی جوئے کو ڈھکے ہوئے کپڑے پر ایتھر ڈالنے اور اس کو جلد تر بخیر کا موقع دینے سے یہ جوئے سرد ہو جائیگا۔ جوئے کے اندر کے ایتھری بخارات کی تکثیف ہوگی اور ان کی جگہ وہ بخارات لے لینگے جو دوسرے جوئے میں سے نکلتے ہیں۔ بالائی جوئے میں تکثیف جاری رہیگی اور تکثیف شدہ بخارات کی جگہ پر کرنے کے لیے زیرین جوئے میں سے بخارات آتے جائینگے۔ اور اس طرح زیرین جوئے میں اس وقت تک مسلسل

بخیر جاری رہیگی جب تک کہ بالائی جوئے سرد کیا جا رہا ہو۔ اس کی پیش میں کیساں زیرین جوئے کے اندر بخیر کی وجہ سے اس کی پیش میں کیساں طوہ بخیر ہوتی جائیگی اور آخر کار طلائی پٹی نقطہ شبہم تک سرد ہو جائیگی جب شبہم کے پہلے شاہیہ نظر آئیں تو آلے کے اندر آلے پیش پیا کی پیش لے لی جاتی ہے۔ اور ساتھ ہی کمرہ کی ہوا کی پیش بھی معلوم کرنی جاتی ہے اس غرض کے لیے بالعموم آلے کی ٹیکن پر ایک دوسرا پیش پیا چڑھا دیا جاتا ہے۔

ان پیشوں میں سے پہلی پیش کو نقطہ شبہم مان لیتے ہیں اور ان مشاہدات کی بناء پر رطوبت پیمائی حالت محسوب کی جاتی ہے۔

یہ آلہ کوئی اچھی قسم کا نہیں ہے۔ آلے کا اندرونی تپش پیمائے
پٹی سے اس طرح پر مجدار ہوتا ہے کہ این کے مابین مایع کی کم از کم ایک
سمر موٹی تہ ہوتی ہے۔ اور علاوہ بریں شیشے کی ۱ تا ۲ سمر موٹی پرت بھی ہوتی
ہے۔ مایع عملی طور پر بالکل مساکن رہتا ہے۔ اور خود مایع میں تپش کے
بہت زیادہ تغیرات کا امکان ہے۔ نیز شیشہ خود ناقص موصل حرارت ہے۔
اس سے یہ نتیجہ اخذ ہوتا ہے کہ تپش پیمائی تپش پیمائی پٹی کی تپش سے
۱ تا ۲ ہر کم ہوتی ہے۔ لہذا نقطہ شبنم کے لیے حاصل کردہ قیمت اسی
حد تک غلط ہو سکتی ہے۔

اس قسم کے آلے کے متعلق اور بھی اعتراضات ہیں۔ آلے کے
چاروں طرف ہوا ایئر کے ذرات سے لدی ہوتی ہے اور علاوہ بریں
نشر تیرید کو منظم نہیں کر سکتے۔ اس کا تعین محض کپڑے پر ایئر کی بخیر
کی شرح سے ہوتا ہے۔

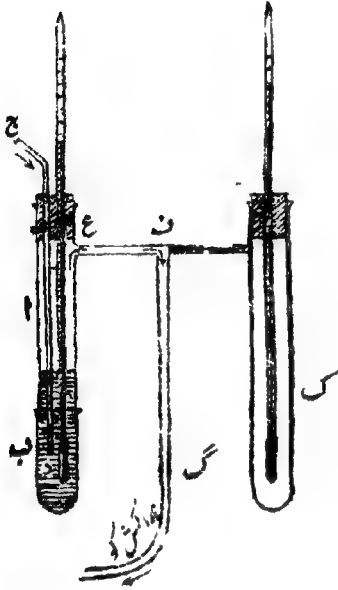
تپش پیمائی — دانیالی رطوبت پیما کے ذریعہ
نقطہ شبنم کی تعیین — آلے کی ٹیکنیک پر لگے ہوئے
تپش پیما کے ذریعہ کمزور کی ہوا کی تپش معلوم کرو۔ اوپر والے جوئے
کے اطراف لپٹی ہوئی ٹل پر تھوڑا سا ایئر ڈالو اور طلائی پٹی کو
شبنم کے ابتدائی شاخے پیدا ہونے تک دیکھتے رہو۔ اگر اس
کی سطح کو لمبی کاغذ کی بنی ہوئی بتی یا کسی پر کے ذریعہ چھوتے
رہیں تو شبنم کی موجودگی کا پتہ زیادہ سہولت سے لگے گا۔ جوں ہی
شبنم کا جمع ہونا پایا جائے فوراً ہی آلے کے اندرونی تپش پیما
کی تپش پڑھ لو۔

صفحہ ۴۲۲ پر دی ہوئی جدول کے ذریعہ این دونوں
تپشوں کے مقررہ سیری کا بخاری دباؤ معلوم کرو۔ اور اس سے
مرطوبیت اضافی کو محسوب کرو۔

رینو کا رطوبت پیم

اگر مہینو کا تجویز کردہ رطوبت پیم درست طریقہ سے تیار کیا جائے اور مناسب طور پر استعمال کیا جائے تو دانیالی رطوبت پیم کے نقائص سے بچ سکتے ہیں۔ شیشے کی ایک کھلی نلی ۱ کے ذریعہ سر سے پر ایک تقری ٹی بی بٹھا دی جاتی ہے (دیکھو شکل ۱۱۱)۔ اس میں ایٹھر کی اتنی کافی مقدار رکھی جاتی ہے کہ تقری ٹی بی بڑھ جائے۔ اور ایٹھر میں ایک پیش پیم ڈوبا رہتا ہے۔ دونوں ج ڈ اور ع ف کے ذریعہ جو شکل میں دکھائے ہوئے طریقے کے بموجب لگائی گئی ہیں، آلے میں سے ہوا کی روکھینچی جاتی ہے۔ ہوا بلبوں کی شکل میں مائع میں سے ہوتی ہوئی جابہی نلی گ کے ذریعہ مکمل جاتی ہے۔ جب ہوا بلبے بن کر نکلتی ہے تو ایٹھر کے بخار سے لد جاتی ہے اور اس تیز بخیر کے عمل سے مائع کی پیش گر جاتی ہے۔ چونکہ یہ مائع تقری ٹی بی اور پیش پیم دونوں سے راست تماس میں ہے اور نیز ہوا کے بلبوں کے ذریعہ اچھی طرح ہلایا جاتا ہے اس لیے پیش پیم مائع اور تقری ٹی بی میں ایک ہی پیش پیم بنے۔ جوں ہی نقطہ شبنم کی پیش پیم بنتی ہے، شبنم بننے لگتی ہے۔ پس جس وقت ٹی بی پر ابتدائے شبنم دکھائی دے تو اس وقت پیش حاصل کر لینے سے نقطہ شبنم کافی صحت کے ساتھ معلوم ہو جاتا ہے۔

تجربہ ۱۱۲۔ رینو کے رطوبت پیم سے نقطہ شبنم کی تعیین۔ شیشے کی چھوٹی نلی کو ہوا کش کے ساتھ جوڑ دو۔ ابتدائے ہوا کی تیز رفتاری سے کام لے کر نقطہ شبنم کو سرسری طریقے پر معلوم کر لینا چاہیے۔ اس میں تدریج سرعت کے ساتھ



شکل ۱۳۶ - رینو کا رطوبت پیم

ہوگی اور شبنم اُس وقت تک
مشاہدہ نہ ہوگی جب تک
پیش اصلی نقطہ شبنم سے
کسی قدر نیچے نہ گر جائے۔
اگر اُس وقت ہوا کی رو
رودک دی جائے تو تمام آلہ
آہستگی کے ساتھ گرم
ہوگا اور شبنم غائب ہو جائیگی۔
وہ حبش جس پر شبنم غائب
ہو لکھری جائے۔ یہ اصلی
نقطہ شبنم سے زیادہ قریب
ہوگی پ نسبت اُس قیمت
کے جو پہلے پہل حاصل
کی گئی تھی۔ لیکن یہ کسی قدر
زیادہ ہوگی۔

اب ہوا کش کو دوبارہ چالو کیا جاتا ہے لیکن اس طرح
پر کہ آلہ میں سے ہوا کی بالکل دھیمی رو بہتی رہے۔ اس عمل
سے پیش پھر گرنے لگتی ہے۔ لیکن یہ عمل بہت سست ہوگا
اور نقطہ شبنم کے پہنچنے کے بعد ہی فوراً شبنم کی موجودگی کا علم ہو
جائیگا۔ اس طرح نقطہ شبنم کی صحیح ترقیمت حاصل ہوگی۔
حب صراحت بالا آلے کو متواتر ٹھنڈا کرنے اور پھر
گرم ہونے کا موقع دینے سے بالآخر شبنم کے نمودار اور غائب
ہونے کے لیے ایسی پیشیں حاصل ہوں گی جن میں ایک درجے
کے ۰.۲ حصے سے زیادہ فرق نہیں رہیگا۔ جب یہ صورت پیدا
ہو تو نقطہ شبنم ان کا اوسط لیا جاسکتا ہے۔ نلی ک کے اندر

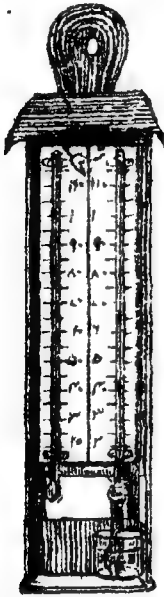
کے تیش پیا سے کمرو کی تیش معلوم ہوگی۔
صفحہ ۲۲۶ کی جدول کی مدد سے نقطہ شبنم کے متناظر
اور نیز کرے کی تیش کے لیے بھی سیری کا بخاری دہاؤ معلوم کرو۔
اور اس سے مرطوبیت اضافی کی قیمت محسوب کرو۔

نوٹ - شبنم کا ذرا سا بھی شائبہ معلوم کرنا ہو تو یہ امر
باعث سہولت ہوگا کہ ایک لمبا خشک پریا خط لکھنے کے کاغذ کے
ایک ورق کو بتی کی طرح پھیٹ کر استعمال کریں۔ اس کو ایک سرے
سے پکڑ کر رکھیں اور تقری ٹوپی کو کاغذ کی بتی یا پر کے دوسرے
سرے سے آہستہ آہستہ ڈکرتے جائیں۔ اس طریقے سے ذرا سا بھی
جمع شدہ شبنم کا پتہ چل جائیگا۔ کیونکہ جب بھیگی ہوئی سطح پر کاغذ کی
زد ہوگی تو اس جگہ کی سطح زیادہ جلد از نظر آئیگی۔ تجربہ کے دوران
میں تقری ٹوپی سے ۲۰ سمرناصلے کی حد کے اندر ہاتھ نہ پہنچنا
چاہیے۔ اور مشاہدہ اور آلہ کے درمیان شیشے کی ایک بڑی تختی
حائل ہونی چاہیے۔ تجربہ ایسی جگہ پر انجام نہ دیا جائے جہاں پانی
کی ایک وسیع سطح کھلی ہوئی ہو۔

بہت سے آلہ ساز ایک سالم امتحانی نلی لے کر اس کے سرے پر
تقری ٹوپی چڑھا دیتے ہیں اور اس کو سرینو کے رطوبت پیا کے نام سے
فروخت کرتے ہیں۔ اس قسم کے آلے کے استعمال میں تیش پیا اور
تقری سطح کے مابین ایک ناقص موصول واسطہ رکھنے سے وہی خطاء از سر نو
شریک ہو جاتی ہے جس کو رفع کرنے کے لیے رینو کا آلہ تجویز کیا گیا تھا۔
ایسی حالت میں امتحانی نلی کا سرا ریتی سے کاٹ کر تقری ٹوپی کو
نلی سے چمٹا دینا چاہیے تاکہ نلی تقری ٹوپی سے ڈھکی رہے اور یہ ٹوپی
ایسرے راست تماس میں ہو۔

خشک اور تر جوفہ دار رطوبت پیم

ایک ہی ٹیکن پر دو پیش پیم لگا دیے جاتے ہیں۔ ایک تو ہوا میں کھلا رہتا ہے اور دوسرے کے جوفے کو اطراف سے کپڑے میں ڈھک دیتے ہیں۔ اس کپڑے کے زیرین سرے کو پانی کے ایک برتن (شکل ۱۳۷) میں ڈوبا ہوا



رکھ کر تر رکھا جاتا ہے۔ ہوا جس قدر خشک ہوگی اُسی قدر تیزی کے ساتھ تر جوفے میں بخیر ہوگی اور اس کی پیش اُسی قدر کم ہوگی۔ ان دونوں پیشوں کو پڑھنے سے رطوبت پیمانی حالت کا اندازہ ہو سکتا ہے۔

سرینو کا رطوبت پیم مقابلے کے لیے استعمال کر کے ان مقروءوں کو متحول کرنے کے لیے آزمائشی طور

پر جدولیں تیار کر لی گئی ہیں۔ اس قسم کی ایک جدول صفحہ ۲۱۱ پر دی گئی ہے۔

شکل ۱۳۷۔ خشک اور تر جوفہ دار رطوبت پیم

(Meteorologists)

گو اس آلہ کو ماہرین شہابیات بہت کثرت سے استعمال کرتے ہیں لیکن راست طور پر اس کی کوئی علمی قدر نہیں ہے۔

فی لیٹر کرہ ہوائی میں بخارات آبی کی کمیت کا شمار ایک لیٹر اینڈروجن کا وزن ط - ت - ۵ پر ۰۹ گرام ہوگا۔

کسی دباؤ د حر اور تپش تہ پر اس کی کمیت

$$\frac{243}{240} \times \frac{2}{240} \times 249$$

اب ہمارے پاس بخارات آبی تپش تہ (نقطہ شبنم) اور پیمائش کردہ دباؤ د حر پر موجود ہیں۔ ایک ہی حالات کے تحت بخارات آبی ہائڈروجن سے ۹ گنا زیادہ کثیف ہوتے ہیں۔ پس فی لیٹر موجودہ بخارات آبی کی کمیت

$$\frac{243}{240} \times \frac{2}{240} \times 249$$

بعض اوقات یہ اعتراض کیا جاتا ہے کہ بخارات آبی ہوا کی تپش اور د حر دباؤ پر موجود رہتے ہیں۔ لہذا مندرجہ بالا جملے میں تہ کے بجائے ت یعنی ہوا کی تپش درج ہونی چاہیے۔ حساب کرنے کے لیے کوئی سا طریقہ اختیار کیا جاسکتا ہے۔ کیونکہ ان میں سے کوئی ایک جملہ استعمال کرنے میں جونی صد خطا (اگر کوئی ہے) ہوتی ہے، وہ اُس فی صد خطا سے بدرجہا کم ہوتی ہے جو د معلوم کرنے میں پیدا ہوتی ہے۔ بخارات آبی کی کمیت فی لیٹر کی تعیین کیسبائی طریقوں سے بھی ہو سکتی ہے، اس کے لیے ہوا کی ایک معلوم کمیت کو پہلے سے تولی ہوئی خشک کرنے والی نلیوں کے راستے ٹھینچا جاتا ہے اور ان نلیوں میں جذب شدہ بخارات کی کمیت معلوم کی جاتی ہے۔

تراور خشک جوفہ دار رطوبت پیم

مندرجہ ذیل جدول میں پہلے انتصابی خانہ سے خشک جوفہ والے تپش پیم کی تپشیں ملی ہیں اور پہلی منفی سطریں دونوں تپش پیموں کا فرق دیا گیا ہے۔ باقی اعداد سے بوقت مشاہدہ جو حقیقی بخاری دباؤ ہو حاصل ہو جاتا ہے۔ جب ہوا سیر شدہ ہو تو دونوں تپشوں کا باہمی فرق صفر ہے اور میں حالت دوسرے انتصابی خانہ سے بخاری دباؤ حاصل ہوگا۔

ت.م	مهر	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
۰	۴۶۹	۴۶۷	۴۶۹	۴۶۱	۱۶۳						
۱	۴۶۹	۴۶۰	۴۶۲	۴۶۴	۱۶۴	۰۶۸					
۲	۵۶۳	۴۶۴	۴۶۷	۴۶۷	۱۶۹	۱۶۰					
۳	۵۶۷	۴۶۷	۴۶۷	۴۶۸	۴۶۲	۱۶۳					
۴	۶۶۱	۵۶۱	۴۶۱	۴۶۲	۴۶۴	۱۶۴	۰۶۸				
۵	۶۶۵	۵۶۵	۴۶۵	۴۶۵	۴۶۴	۱۶۸	۱۶۰				
۶	۷۶۰	۵۶۹	۴۶۹	۴۶۹	۴۶۹	۲۶۰	۱۶۱				
۷	۷۶۵	۶۶۴	۵۶۳	۴۶۳	۴۶۳	۲۶۳	۱۶۴	۰۶۴			
۸	۸۶۰	۶۶۹	۵۶۸	۴۶۷	۴۶۷	۲۶۷	۱۶۷	۰۶۸			
۹	۸۶۶	۷۶۳	۶۶۳	۵۶۳	۴۶۷	۳۶۱	۲۶۱	۱۶۱	۰۶۲		
۱۰	۹۶۲	۸۶۰	۶۶۸	۵۶۷	۴۶۶	۴۶۵	۲۶۵	۱۶۵	۰۶۵		
۱۱	۹۶۸	۸۶۶	۷۶۲	۵۶۲	۵۶۱	۴۶۰	۲۶۹	۱۶۹	۰۶۹		
۱۲	۱۰۶۵	۹۶۲	۸۶۰	۶۶۸	۵۶۶	۴۶۵	۴۶۴	۲۶۳	۱۶۳		
۱۳	۱۱۶۲	۹۶۸	۸۶۶	۷۶۲	۶۶۲	۵۶۰	۴۶۹	۲۶۸	۱۶۷		
۱۴	۱۲۶۰	۱۰۶۶	۹۶۲	۸۶۰	۶۶۷	۵۶۶	۴۶۴	۲۶۲	۱۶۱		
۱۵	۱۲۶۸	۱۱۶۳	۹۶۹	۸۶۶	۷۶۴	۶۶۱	۵۶۰	۴۶۸	۲۶۷	۱۶۶	۰۶۵
۱۶	۱۳۶۶	۱۲۶۱	۱۰۶۷	۹۶۳	۸۶۰	۶۶۸	۵۶۵	۴۶۳	۳۶۲	۲۶۱	۱۶۰
۱۷	۱۴۶۵	۱۳۶۵	۱۱۶۵	۱۰۶۱	۸۶۷	۷۶۴	۶۶۲	۴۶۹	۴۶۷	۲۶۶	۱۶۵
۱۸	۱۵۶۵	۱۴۶۸	۱۲۶۳	۱۰۶۹	۹۶۵	۸۶۱	۶۶۸	۵۶۵	۴۶۳	۳۶۱	۲۶۰
۱۹	۱۶۶۵	۱۴۶۷	۱۳۶۲	۱۱۶۷	۱۰۶۳	۸۶۹	۷۶۵	۶۶۲	۴۶۹	۳۶۷	۲۶۵
۲۰	۱۷۶۵	۱۵۶۷	۱۴۶۱	۱۲۶۶	۱۱۶۱	۹۶۷	۸۶۳	۶۶۹	۴۶۶	۴۶۲	۳۶۱

حرارت پر مزید مشقیں

۱۔ دیے ہوئے تپش پیمائے کے ثابت نقطوں کا تعین کرو اور اس کو دیے ہوئے ٹھوس جسم کا نقطہ انجمت معلوم کرنے کے لیے استعمال کرو۔
۲۔ غیر درجہ دار تپش پیمائے برف اور بھاپ کی مدد سے کمزور کی تپش معلوم کرو۔

۳۔ دیے ہوئے تپش پیمائے کو معیاری بناؤ اور اس کو یہ معلوم کرنے کے لیے استعمال کرو کہ دی ہوئی شے گرم کرنے کی صورت میں کس تپش پر بستگی میں آجائے گی۔

۴۔ دیے ہوئے مائع کے پھیلاؤ کی اوسط شرح 20°C اور 30°C کے درمیان اور نیز 20°C اور 40°C کے درمیان معلوم کرو۔
۵۔ کسی مائع کا نقطہ جوش معلوم کرو۔ اور بقدر 10°C فی صد دن کوئی ٹھوس شے شامل کرنے سے نقطہ جوش میں جو تبدیلی پیدا ہو اس کا تعین کرو۔

۶۔ اگر شیشے کے کعب پھیلاؤ کی شرح بتا دی جائے تو 20°C اور 40°C اور 60°C پر پانی کی کثافت معلوم کرو۔

۷۔ اسکوئی ترازد کی مدد سے 20°C اور 40°C اور 60°C پر ایک دیے ہوئے مائع کی کثافت معلوم کرو۔ اور یہ دریافت کرو کہ آیا 20°C اور 40°C کے درمیان پھیلاؤ کی شرح وہی رہتی ہے جو 20°C اور 60°C کے درمیان ہے۔

- ۸۔ ایک معلوم حجم کا جو ذ جس کے ساتھ معلوم قطر کی نلی لگی ہے، استعمال کر کے دیے ہوئے مایع کے ظاہری پھیلاؤ کی شرح دریافت کرو۔
- ۹۔ پانی کے نقطہ انجماد اور نقطہ جوش کے مابین مستقل حجم کی ہوا کے لیے اضافہ دباؤ کی پیشی شرح معلوم کرو۔
- ۱۰۔ یہ ظاہر کرنے کے لیے کہ ہوا کے ایک دیے ہوئے حجم کا دباؤ سیلابی تپش پیمائی بتائی ہوئی تپش کے لحاظ سے کس طرح بدلتا ہے، ایک ترکیب حاصل کرو۔
- ۱۱۔ دیے ہوئے حرارہ پیمائی کا آب مساوی معلوم کرو۔
- ۱۲۔ کسی دھات کی دی ہوئی کمیت کی حرارتی گنجائش معلوم کرو۔
- ۱۳۔ کسی دی ہوئی دھات سے بنے ہوئے ۵۰ گرام وزنی حرارہ پیمائی کا آب مساوی معلوم کرو۔
- ۱۴۔ ایک مایع کی حرارت نوعی معلوم کرو جب کہ ایک ایسے ٹھوس کی حرارت نوعی دی گئی ہے جو مایع مذکور پر کیسائی عمل نہیں کرتا۔
- ۱۵۔ پیرافنی تیل میں برف شامل کر کے تیل کی حرارت نوعی معلوم کرو۔
- ۱۶۔ دیے ہوئے مایع کی حرارت نوعی، بھاپ کو مایع کے اندر بستہ کر کے معلوم کرو۔ بھاپ کی حرارت مخفی = ۵۴۰ حرارے فی گرام۔
- ہیٹنگ کی حرارت کو نظر انداز کرو۔
- ۱۷۔ تمہیں معلوم وزن کے حرارہ پیمائی میں معلوم وزن کا پانی دیا گیا ہے۔ اس میں بھاپ کو بستہ کرو۔ اور تپش پیمائی مشاہدات کی مدد سے بستہ شدہ بھاپ کا وزن معلوم کرو۔ یہ فرض کرو کہ بھاپ کی حرارت مخفی ۵۴۰ حرارے فی گرام ہے۔
- ۱۸۔ پانی کے ایک دیے ہوئے برتن کو جسمی مشعل پر گرم کرو اور ۴۰° سے ۵۰° تک تپش کے بڑھنے کا وقت معلوم کرو۔ اس کے بعد پانی کو معلوم وقت تک جوش دو اور اس سے بھاپ کی حرارت مخفی کی تقریری قیمت اخذ کرو۔
- ۱۹۔ دی ہوئی تپش پر گرم پانی سے بھری ہوئی ایسی دو مختلف

امتحانی نلیوں کی شرح تبرید کا مقابلہ کرو جن میں سے ایک نلی پر کاجل اور دوسری پر چاندی کی تہ چڑھا دی گئی ہے۔

۲۰۔ ایک حرارہ پیمائے کے لیے جس میں پانی کی معلوم مقدار موجود ہے تبریدی منحنی مرتسم کرو۔ جب حرارہ پیمائے کی پیش اس پائے ماحول کی پیش سے ۲۰ درجہ زیادہ ہو تو کافی ثانیہ ضائع شدہ حراروں کی تعداد محسوب کرو۔

۲۱۔ کمرو کی ایک لیٹر ہوا میں بخارات آبی کی کمیت معلوم کرو۔

۲۲۔ دو مختلف طریقوں سے نقطہ ثبتم معلوم کرو۔

۲۳۔ ایک دھاتی سلاح کے ایک خاص مقام پر نشان لگا دیا گیا ہے۔ اگر سلاح کی موصلیت حرارت کی قدر بتادی جائے تو نشان زدہ مقام پر پیش پیمائے کے استعمال کے بغیر مقام مذکور کی پیش دریافت کرو۔

۲۴۔ آبنوسی تختی کی موصلیت حرارت کی قدر معلوم کرو۔

۲۵۔ آبنوس اور مقوسے کی موصلیت حرارت کی قدروں کا باہمی

مقابلہ کرو۔

۲۶۔ تھیں چینی ٹی کی نلی دی گئی ہے۔ اس چینی مٹی کے لیے موصلیت

حرارت کی شرح معلوم کرو۔

تَمَت

DELHI

ضمیمہ ب

طولی پھیلاؤ کی شرحیں

ذیل کی جدول میں قیمتیں درج ہیں وہ : ۰ مر اور ۱۰۰ مر کے درمیان
طولی پھیلاؤ کی اوسط شرحیں ہیں :-

۰.۶۰۰۰۰۲۳	.....	رانگ (قلبی)	۰.۶۰۰۰۰۲۲	.....	الومینیم
۰.۶۰۰۰۰۱۴	.....	سونا	۰.۶۰۰۰۰۰۹	.....	پلاٹینم
۰.۶۰۰۰۰۰۲۷	.....	سیسا	۰.۶۰۰۰۰۰۱۹	.....	پیتل
۰.۶۰۰۰۰۰۰۹۳	.....	شیشہ	۰.۶۰۰۰۰۰۱۶	.....	سائنبا
۰.۶۰۰۰۰۰۱۱	.....	لوہا	۰.۶۰۰۰۰۰۲۹	.....	جست
۰.۶۰۰۰۰۰۰۴۵	.....	گار کا پتھر (پگھلایا ہوا)	۰.۶۰۰۰۰۰۱۹	.....	چاندی

نوعی حرارتیں
اکائی کیت کی حرارتی گنجائش حراروں میں فی گرام درجہ مٹی
تھوس

۰.۶۰۵۵	.....	رانگ (قلبی)	۰.۶۰۱۲	.....	الومینیم
۰.۶۰۳۱۶	.....	سونا	۰.۶۰۳۲	.....	پلاٹینم
۰.۶۰۳۱	.....	سیسا	۰.۶۰۹۴	.....	پیتل
۰.۶۰۱۹	.....	شیشہ	۰.۶۰۹۴	.....	سائنبا
۰.۶۰۱۵	.....	لوہا	۰.۶۰۹۴	.....	جست
۰.۶۰۱۹۱	.....	گار کا پتھر (Quartz)	۰.۶۰۵۶	.....	چاندی

مائعات

۰.۵۵۱۱	پیرافن	۰.۵۵۸	الکول (۴۰ ام)
۰.۵۴۳	تارمین	۰.۵۵۱۴	اینسین
۰.۵۵۶۹	گلبرین	۰.۵۰۳۴	پارا

موصلیت حرارت کی قدریں

حرارے (سم) ^۱ (ثانیہ) ^۱ (درجہ سی) ^۱

۰.۵۱۵	رائگ (قلبی)	۰.۵۴	الومینیم
۰.۵۰۰۰۳	ربر	۰.۵۱۶	پلائٹیم
۰.۵۰۸	سیا	۰.۵۲	پیتل
۰.۵۰۰۱	شیشہ	۰.۵۹	تانبہ
۰.۵۱۴	لوا	۰.۵۴۹	جست
۰.۵۰۰۰۳	مقوہ	۱.۵۰	چاندی

سیر شدہ آبی بخار کا دباؤ

دباؤ پارسے کے ملی میتروں میں

دباؤ	تپش	دباؤ	تپش	دباؤ	تپش
۱۵۶۵	۱۸	۸۶۶	۹	۴۶۶	۸۰
۱۶۶۵	۱۹	۹۶۶	۱۰	۴۶۹	۸۱
۱۷۶۵	۲۰	۹۶۸	۱۱	۵۶۳	۸۲
۱۸۶۶	۲۱	۱۰۶۵	۱۲	۵۶۶	۸۳
۱۹۶۸	۲۲	۱۱۶۶	۱۳	۶۶۱	۸۴
۲۱۶۰	۲۳	۱۲۶۰	۱۴	۶۶۵	۸۵
۲۲۶۴	۲۴	۱۳۶۸	۱۵	۷۶۰	۸۶
۲۳۶۸	۲۵	۱۴۶۶	۱۶	۷۶۵	۸۷
		۱۵۶۵	۱۷	۸۶۰	۸۸

فہرست اصطلاحات

عملی طبیعیات

خواص مادہ و حرارت

(بہ ترتیب انگریزی)

انگریزی	اُردو	انگریزی	اُردو
A		Astronomical	فلكی مشاہدے {
Abscissa	ضلع	observations	
Acceleration	اسراع	Auxiliary scale	معاون پیمانہ
Action and reaction	عمل اور رد عمل {	Axis of rotation	گردشی محور
Adjustment	(آلوں کی) درستی ترتیب	Axis of suspension	محور تعلیق
Analogy	مشابہت	Axis of symmetry	محور متساثل
Aneroid barometer	بے مانع بار پیم	Axle	دھری۔ دھرا
Angle of inclination	زاویہ میلان	B	
Angular motion	زاویائی حرکت	Balance case	ترازو دان
Applications	اطلاقات	Balance-wheel	بال کمانی
Applied force	نگائی ہوئی قوت۔ عامل قوت	Ballistic balance	انمفاعی ترازو
Applied mathematics	عملی ریاضیات	Barometer	بار پیم
Archimedes	آرشمیدس	Base line	بنیادی خط
Arrestment	روک	Block	گٹا
Arrestment of the balance	{ ترازو کی روک	Boiler	جوشاہ
Aspirator	ہوا کش	Brake-band	ضابطہ پٹی
		Bulk modulus	حجمی مقیاس
		Burette	نظرفک

انگریزی	اُردو	انگریزی	اُردو
C		Construction	ساخت
Calculation	تحسب	Contour	گھیرا - احاطہ
Calibration	تعمیر	Convection current	حملی تہ
Callipers	سرل چاپ	Cooling	تبرید
Calorie	حرارہ	Cooling curve	تبرید منحنی
Calorifer	حرارہ بردار	Co-ordinate axis	مختدی محور
Calorimetry	حرارہ پیمائی	Cord	ڈوری
Capillarity	شعریت	Correction	تصحیح
Cathetometer	ارتفاع پیم	Corrective curve	تصحیحی ترسیم
Centre of oscillation	مرکز ارتعاش	Corresponding	متناظر حوالیات
Centre of suspension	مرکز تعلیق	parallels	
Chronometer	وقت پیم	Cross-wires	متقاطع تار
Circular scale	مذہر پیم	Curvature	انحناء
Clamp	چمپی	Curved surface	منحنی سطح
Clock rate	کلاک کی شرح رفتار	Cylindrical	اسطوانہ نما
Coefficient	قدر - ضریب	D	
Collision	تصادم	Damped oscillations	قسی ارتعاش
Compensating	ستلائی ڈوری یافتہ	Data	مطبیقات - حقائق
cord or ribbon		Deflection	انحراف
Complicated mechanism	پیچیدگی	Deformation	بگاڑ
Computation	تحسب	Delivery tube	نکاس نالی
Conservation	بقا	Denominator	مقسوم علیہ - نسب نما
Conservation of energy	بقا توانائی	Density	کثافت
Constructed figure	ساختہ شکل	Dependent variable	تابع متغیر

انگریزی	اردو	انگریزی	اردو
Derived units	مشتق اکائیاں	Elliptic plate	بیاقصی تختی
Design	تجزیر	Elongation	تطویل - اضافہ طول
Differential	تفریقی - تفرقی	Energy gained	کسب توانائی
Differential calculus	تفریقی احصاء	Energy of translation	انتقالی توانائی
Differentiation	تفرق	Equilateral triangle	{ مثلث متساوی الاسطلاع
Dilatation	بسط	Equilibrating force	متبادل قوت
Dilatometer	بسط پیم	Equilibrium temperature	{ متبادل گرمی
Diopres	بصری	Error	خطا
Discrepancy	تناقض	Even	بجنت
Disk, Disc	قرص	Expansibility	پھیلاؤ
Displacement	نقل مکان	Experimental demonstration	{ علمی شیعہ
Divided head	درجہ دار سرا	Experimental determination	{ علمی تعیین
Drum	ڈھول	Experimental methods	علمی طریقے
Dynamic friction	حرکی رگڑ	Experimental observations	{ تجرباتی مشاہدات
Dynamics	علم حرکت	Experimental verification	{ علمی تصدیق
E		Experimenter	مشاہد
Efficiency	استعداد	Exposure	تقریر
Effort	زور	Extension	برعناؤ
Elasticity	لیچک	External force	خارجی قوت
Elastic limit	لیچک کی انتہا	Eye and ear estimations	{ عینی اور اذنی تخمینہ
Ellipse	بیضی شکل ناقص - قطع ناقص		
Ellipsoidal	بیاقصی نما		
Elliptical	بیاقصی		
Ellipticity	بیاقصیت		

انگریزی	اُردو	انگریزی	اُردو
Eye-piece	چشمہ	Friction rider	رگڑا رکب - فرک راکب
F		Fulcrum	نصاب
		Fusion	اماعت
Factor	جزء (یا جزو) ضربی	Fusion of ice	پختگی اماعت
False zero	کاذب صفر	G	
Finite area	محدود رقبہ		
Fixed centre	ثابت مرکز	Galvanometer	زومیا
Fixed jaw	ثابت جبرٹا	Gaseous phenomena	گسیسی مظاہر
Fixed points	ثابت نقطہ	Gearing	بندش - گیرائی
Fixed pulley	ثابت چرخ	Generator	مکون
Fluid friction	سیالی رگڑا	Gradient	دھال
Fly wheel	مڑپہیہ	Graduated quadrant	پیمانہ دائرہ ربع
Focus	اسک	Graduation	دھج بندی
Force	توت	Granular solid	ریزہ دار محسوس
Force acting	توتِ عاملہ	Graphic statics	ترسیسی سکونیات
Force pressing	دبانے والی توت	H	
Forceps	چٹا		
Force ratio	قوتی نسبت	Harmonic motion	موسیقی حرکت
Fraction	کسر	Hinge	قبضہ
Fractional distortion	کسری بگاڑ	Hinge carrier	قبضہ بردار
Frame work	دھانچہ	Hollow	مخوف
Free wheel	آزاد چرخ	Horizontality	افقییت
Friction	رگڑا - رگڑ	Horizontal line	افقی خط
Frictional forces	{ فرکی قوتیں رگڑا کی قوتیں	Horizontal table	افقی میز
		Hydrometer	مایع پیم
		Hydrostatic balance	اسکونی ترازو

انگریزی	اردو	انگریزی	اردو
Hygrometry	رطوبت پیمائی	Linear scale	خطی پیمانہ
Hyperbolic logarithm	طبیعی لوگاریتم	Line of action	خطِ عمل
Hypsometer	ارتفاع پیمائے	Load	بوجھ
I		Locus	طریق
Impact	تصادم	Logarithm	لوگاریتم
Inclined plane	سطح مائل	M	
Independent variable	متغیر مستقل	Magnification	تکبیر
Indicator diagram	منظاری نقشہ	Magnified image	تکبیر خیال
Inertia	جمود	Main scale	اصلی پیمانہ
Intervals	وقفے	Major and minor axis	اعظم اور اقل محور
J		Major axis	محورِ اعظم
Jerks	جھٹکے	Manipulation or adjustment	دست درازی اور درستی
K		Mass	کمیت
Kinetic energy	توانائی جنبش	Mean solar second	اوسط شمسی ثانیہ
L		Measurement	پیمائش
Lathe	خزاد	Mechanical	میکانیکی
Least count	شمارِ اقل	Mechanical advantage	مفادِ حلی
Lever	بیرم	Mechanical equivalent of heat	حرارت کا متبادلِ حلی
Limiting equilibrium	انتہائی متادل	Mechanics	میکانیکی - علمِ حیل
Limiting friction	انتہائی رگڑ	Meniscus	ہلالی سطح
Limiting value	انتہائی قیمت	Mercury reservoir	پارے کا حوضک
Linear	خطی		
Linear dimensions	طولی ابعاد		
Linear motion	خطی حرکت		

انگریزی	اردو	انگریزی	اردو
Micrometer	خزہ پیم	Observations and readings	مشاہدات اور قراءت {
Micrometer eye-piece	خزہ پیم چشمہ	Observed error	مشہودہ غلطی
Micrometer	{ خزہ پیم خود بین	Observer	مشاہدہ
Microscope		Odd	طاق
Minor axis	محور اصغر	Ordinate	معیین
M. m. scale	ممر پیمانہ	Oscillating magnet	مترسّ قنطاریس
Mobility	سیلانیت	Oscillation	اہترار
Modulus	مقیاس	Oscillation method	ارتعاشی طریقہ
Moments	معیار اثر	Outlet pipe	برآمدنی
Momentum	حرکت کا معیار اثر	P	
Motion of rotation	محوری حرکت	Parallax	اختلاف منظر
Motion of translation	انتقالی حرکت	Parallax error	اختلاف منظر کی وجہ سے غلطی
Multiple	اضعاف	Parallelopiped	متوازی السطح
N		Pendulum	رقاص
Nature	نوعیت	Pendulum methods	رقاصی طریقے
Newton's law of cooling	{ نیوٹن کا کلیہ تبرید	Pentagon	مخمس
Normal force	عمود و اُتوت عمودی قوت	Periodic motion	دوری حرکت
Note-book	بیاض	Period of vibration	وقت دوران
Null and deflection methods	{ صفری اور انحرافی طریقے	Permanent distortion	دوامی بدشکلی
Nut	دھیری	Pillar type	ستونی وضع
O		Pitch of screw	پیچ کی گمانی
Observations	مشاہدے	Plane surface	سطح مستوی
		Planimeter	سطح پیم

انگریزی	اردو	انگریزی	اردو
Plumb-line	آفتی نما یا شاؤل	Reading	مقروہ - درجہ خوانی
Pneumatic	ہوائی - ہوا دار	Rectangular figure	مستطیل شکل
Pointer	نما شدہ	Rectangular	قائم الزاویہ
Point of application	نقطہ عمل	hyperbola	{
Point of suspension	نقطہ تعلیق	Rectilinear figure	اشکال مستقیم الاضلاع
Pole strength	قطبی طاقت	Registration	ترقیم
Potential energy	توانائی بالقوہ	Regnaults hygrometer	{ رینو کا رطوبت پیم
Power	طاقت	Regular solids	منظم مجسمات
Practical efficiency	عملی استعداد	Relative humidity	مرطوبیت اضافی
Protractor	زاویہ پیم (گونیا)	Restoring couple	واپسی جفت
Pulley	چرخ	Resultant	مائل
Pulley blocks	چرخ کے بلاک	Resultant moment	مائل میاں اثر
Q		Resulting graph	تسیمہ حاصل
		Retarding force	قوت مزاحمت
Quadrant	ربع	Revolution	گردش
Qualitative and quantitative	کیفی و کمی	counter	{ گردش شاندار - گردش متعدد
Quantitative knowledge	کمی علم	Rhythm	تال
Quotient	خارج قسمت - حاصل قسمت	Rider	راکب - راگب
R		Rigid body	استوار جسم
		Rigidity	استواری
Radians	نیم قطریاں	Rotation	محوری حرکت یا گردش
Radiating surface	اشعاعی سطح	Rough note book	کچی بیاض
Radius of gyration	گردشی نصف قطر	S	
Range	سعت		
Rate of cooling	تبرید کی شرح	Scientific unit	عملی اکائی
Reaction	رد عمل		

انگریزی	اردو	انگریزی	اردو
Screw	پیچ	Static	سکونی
Sectional view	تراشی منظر	Static frictional force	سکونی رگڑاکی قوت {
Sector	قطار دائرہ	Static inclined plane	سکونی سطح مائل {
Semi-ellipsoidal	نصف بیضی	Steady force	مستقیم قوت
Semi-major axis	نیم محور اعظم	Steam generator	بھاپ کے کوٹن
Semi-minor axis	نیم محور اصغر	Steam jacket	بھاپی پیراہن
Sense of touch	قوت لمس	Steam tight	بھاپ بند
Sensitive	حساس	Stop-watch or stop clock	چل رہی گھڑی {
Sensitive balance	حساس ترازو	Strain	فساد
Shear	جڑ	Strained condition	فسادی حالت
Shear elasticities	جڑی یکجہ	Strain energy	فسادی توانائی
Shear strain	جڑی فساد	Stress	زور
Shear stress	جڑی زور	Stud	نگل میخ
Side tube	بغلی ٹی	Submultiple	تحتی اضعاف
linker	میزق ریلگر	Super cooling	پُر سردی
sliding jaw	مستحرک چہرا	Supply	رشد
slope	میلان	Surface of contact	ماسی سطح
lots	نایاں	Surface tension	سطحی تناؤ
olidification	انجام	Swing	ارتعاش
pecific gravity	کثافت اضافی	Symmetrical	متشاکل
pherometer	گرویت پیا	System	نظام
pindle	سکلہ		
piral spring	مرفولہ دار کمانی		
pirit level	آئینہ نا		

انگریزی	اُردو	انگریزی	اُردو
Tangent	ماس	Vernier scale	ورنیر پیمانہ
Tangential force	ماسی قوت	Vertical and horizontal	انتصابی اور افقی
Tensile elasticity	تنشی لچک - تناؤ والی لچک	Vibrating body	مرتعش جسم
Tensile stress	تنشی زور	Vibration per second	ارتعاش فی ثانیہ
Tension	تناؤ	Viscosity	لزوجت
Theoretical	نظری - نظریہ	W	
Threads	پیچ کی جوڑیاں	Water trap	آب گیر
Thrust	اُچھال - دباؤ	Wavy trace	موجی نشان
Torsion pendulum	مروڑی رقاص	Weight	وزن
Tracing arm	مُرسم بازو - شمار کنندہ بازو	Weight thermometer	وزن پیم
Translation	انتقالی حرکت	Wheel	چرخ
Translational	انتقالی	Wheel and axle	چرخ و محور
Travelling-crane	متحرک خاد	Wheel gearing	چرخ بندی - چرخ گیرائی
Travelling microscope	متحرک خوردبین	Wire-cutter	تار کٹ
U		Y	
Unknown area	مجهول رقبہ	Yoke	جُا
Unknown mass	مجهول کمیت	Z	
V		Zero circle	صفری دائرہ
Vector quantity	رسمتی کیت	Zero error	صفری غلطی
Velocity ratio	رفتاری نسبت	Zero point	صفری نقطہ
Vitrification	تصدیق	Zero reading	صفری معائنہ
Vernier	کسر پیمانہ - ورنیر		

فہرست اصطلاحات

علمی طبیعیات

خواص مادہ و حرارت

(بہ ترتیب اُردو)

انگریزی	اردو	انگریزی	
Rigidity	استواری	Water trap	
Acceleration	اسراع	Thrust	دباؤ
Cylindrical	استوانہ نما	Contour	یرا
Radiating surface	اشعاعی سطح	Parallax	نظر
Rectilinear figure	اشکال مستقیم الاضلاع	Parallax error	نظری وجہ سے غلطی
Main scale	اصل پیمانہ	Swing	
Elongation	امضافہ طول (تطول)	Vibration per second	فی ثانیہ تھلنے
Multiples	اضغان	Oscillation method	طریقہ
Applications	اطلاقات	Cathetometer	پیا
Major and minor axis	اعظم اور اقل محور	Hypsometer	پیا
Spirit level	آفتق نما	Archimedes	س
Plumb-line	آفتق نما یا شاقول	Fly wheel	
Horizontality	افاقیت	Free wheel	سرخ
Horizontal line	آفتقی خط	Efficiency	اد
Horizontal table	آفتقی میز	Rigid body	رجیم
Adjustment	آول کی منتی (ترجیب)		

انگریزی	اردو	انگریزی	اردو
Side tube	بغلی نلی	Fusion	اماعت
Conservation	بقا	Vertical and horizontal	انتصابی اور افقی
Conservation of energy	بقائے توانائی	Translational	انتقالی
Deformation	بگاڑ	Translation	انتقالی (انتقالی حرکت)
Gearing	بندش (گریائی)	Energy of translation	انتقالی توانائی
Base line	بنیادی خط	Motion of translation	انتقالی حرکت
Load	بوجھ	Translation	انتقالی حرکت (انتقالی)
Steam-tight	بھاپ بند	Limiting equilibrium	انتہائی تعامل
Steam generator	بھاپ کے مکھن	Limiting friction	انتہائی رگڑ
Steam jacket	بھاپی پیراں	Limiting value	انتہائی قیمت
Note-book	بیاض	Solidification	انجماد
Lever	بیرم	Deflection	انحراف
Aneroid barometer	بے مائع باریمیا	Curvature	انحناء
	پ	Ballastie balance	اندفاعی ترازو
Mercury reservoir	بائے کاؤنٹنک	Mean solar second	اوسط شمسی ثانیہ
Super cooling	پرسوزی	Oscillation	اہتزاز
Expansibility	پھیلاؤ		ب
Screw	پیچ	Barometer	باریمیا
Threads	پیچ کی جڑیاں	Balance-wheel	بال کمانی
Pitch of screw	پیچ کی گھائی	Outlet pipe	برآمدنی
Complicated mechanism	پیچیدہ کل	Extension	بڑھاؤ
Graduated quadrant	پیمانہ دار ربع	Dilatation	بسط
Measurement	پیمائش	Dilatometer	بسط پیم
		Dioptrics	بصریہ

اردو	انگریزی	اردو	انگریزی
ت		اردو	انگریزی
تابع متغیر	Dependent variable	Exposure	انگریزی
سارکٹ	Wire-cutter	Calibration	تقریر
تال	Rhythm	Differentiation	تفريق
تبرید	Cooling	Differential calculus	تفریق حساب
تبرید کی شرح	Rate of cooling	Differential	تفریق (تفریق)
تبرید منحنی	Cooling curve	Magnification	تکبیر
تجرباتی مشاہدات	Experimental observation	Spindle	محکمہ
تجویز	Design	Discrepancy	تناقض
تحت اصناف	Submultiple	Tension	تناؤ
تخمیب	Calculation	Tensile elasticity	تناؤ والی پلمک (تخمیب)
تخمیب	Computation	Tensile stress	تخمیب زور
ترازو دالان	Balance case	Tensile elasticity	تخمیب زور (تناؤ والی پلمک)
ترازو کی روک	Arrestment of the balance	Kinetic energy	توانائی باہم
تراشی منظر	Sectional view	Potential energy	توانائی بالقوہ
ترسیم محصلہ	Resulting graph	ث	
ترسیمی سکونیات	Graphic statics	Fixed jaw	ثابت چتر
ترقیم	Registration	Fixed pulley	ثابت چرشی
تصادم	Collision, Impact	Fixed centre	ثابت مرکز
تصحیح	correction	Fixed points	ثابت نقطہ
تصحیحی ترسیم	Correction curve	ج	
تصدیق	Verification	Shear	جڑ
		Factor	جڑ ضرب ضربی (خرد ضربی)
		Shear stress	جڑی زور
		Shear strain	جڑی تناؤ

انگوریزی	اردو	انگوریزی	اردو
Calorie	حرارہ	Shear elasticities	چربی پگیں
Calorimetry	حرارہ پیمائی	Even	جفت
Momentum	حرکت کا معیار اثر	Inertia	جمود
Dynamic friction	حرکی رگڑ	Yoke	جوا
Sensitive	حساس	Boiler	جوشنارہ
Sensitive balance	حساس ترازو	Jerks	جھٹکے
Convection current	حلی رُو	چ	
Mechanical	حلی		
خ		Wheel	چرخ
		Wheel gearing	چرخ بندی (چرخ گیری)
Quotient	خارج قسمت (حاصل قسمت)	Pulley	چربی
External force	خارجی قوت	Wheel and axle	چربی اور محور
Lathe	خراہ	Pulley blocks	چربی کے بلاک
Micrometer	خروہ پیم	Eye-piece	چشمہ
Micrometer eye-piece	خروہ پیم چشمہ	Stop clock or stop watch	چل مکنی گھڑی
Micrometer microscope	خروہ پیم دوربین	Forceps	چٹنا
Error	غلطی	Clamp	چٹھی
Line of action	خطِ عمل	ح	
Linear	خطی		
Linear scale	خطی پیمانہ	Resultant	حاصل
Linear motion	خطی حرکت	Quotient	حاصل قسمت (خارج قسمت)
د		Resultant moment	حاصل معیار اثر
		Bulk modulus	حجمی مقیاس
Force pressing	دبانے والی قوت	Calorifer	حرارت بردار
Thrust	دباؤ (اُچھال)	Mechanical equi-	حرارت کا مساوی حلی
Graduation	درجہ بندی	valent of heat	

انگریزی	اُردو	انگریزی	اُردو
Galvanometer	زوپیا	Reading	دیکھ خوانی
Arrestment	روک	Divided head	درجہ دار سر
Granular solid	ریزہ دار ٹھوس	Manipulation or adjustment	دست درزی اور درستی
Regnault's Hygrometer	رینو کا رطوبت پیم	Permanent distortion	دوامی بدشکلی
Protractor	زاویہ پیم (گونیا)	Periodic motion	دوری حرکت
Angle of inclination	زاویہ میلان	Axle	دھری - دھرا
Angular motion	زاویہ حرکت	Cord	دوری
Effort	زور	Gradient	دھال
Stress	زور	Frame Work	دھانچہ
Construction	ساخت	Nut	دھجری
Constructed figure	ساختہ شکل	Drum	دھول
Pillar type	ستونی وضع	Rider	راکبہ (راکب)
Callipers	سرل چاپ	Quadrant	زربع
Planimeter	سطح پیم	Reaction	رد عمل
Inclined plane	سطح اُتار	Supply	رشد
Plane surface	سطح مستوی	Hygrometry	رطوبت پیم
Surface tension	سطحی تناؤ	Velocity ratio	رفتاری نسبت
Range	سعت	Pendulum	رتاقص
Static	سکونی	Pendulum methods	رتاقص طریقے
Static frictional force	سکونی تگڑی قوت	Friction	تگڑ
Static inclined plane	سکونی سطح اُتار	Friction rider	تگڑ راکب (تگڑ راکب)

انگریزی	اُردو	انگریزی	اُردو
Burette	خزفک	Vector quantity	بستی کیت
	ع	Fluid friction	سیالی رگڑ
Mechanics	علم خیل (میکانیات)	Mobility	سیلانیت
Action and reaction	عمل اور ردِ عمل		نش
Practical efficiency	عملی استعداد	Capillarity	شعریت
Scientific unit	علمی اکائی	Ellipse	نعل ناقص (ہلجی قطع ناقص)
Experimental mathematics	علمی تشریح	Least count	شمار اقل
		Tracing arm	شمار کنندہ بازو (اُترسم بازو)
Experimental verification	علمی تصدیق		ص
Experimental determination	علمی تعین (علمی تعین)	Null and deflection methods	صفری اور انحرافی طریقے
Applied mathematics	علمی ریاضیات	Zero circle	صفری دائرہ
Experimental methods	علمی طریقے	Zero error	صفری غلطی
Normal force	عمود و اُرتوت (عمودی قوت)	Zero reading	صفری سعادہ
Normal force	عمودی قوت (عمود و اُرتوت)	Zero point	صفری نقطہ
Eye and ear estimation	عینی اور اُذنی تخمینہ		ض
	ف	Brake-Band	ضابطہ پی
			ط
Friction rider	ذکی راكب (اُردو راكب)	Odd	طاق
Frictional forces	ذکی قوتیں یا اُردو قوتیں	Power	طاقت
Strain	فساد	Hyperbolic logarithm	طبیعی لوگ اُتھم
Strain energy	فسادی توانائی	Locus	القی
Strained condition	فسادی حالت	Linear dimensions	لمبائی البعاد
			ظ

انگریزی	اُردو	انگریزی	اُردو
Rough note-book	کچی بیامن	Abscissa	فصل
Spherometer	گرویت پیم	Astronomical observations	فلکی مشاہدے
Energy gained	کسب توانائی	ق	
Fraction	کسر		
Vernier	کسریا (ورنیر)	Rectangular hyperbola	قائم الزائد
Fractional distortion	کسری بگاڑ	Hinge	قبضہ
Clock rate	کلاک کی شرح رفتار	Hinge carrier	قبضہ بردار
Mass	کمیت	Coefficient	قدر (بہرہ کر)
Quantitative knowledge	کچی علم	Disk, Disc	قرص
Block	کٹنا	Damped oscillation	تسری ارتعاش
Qualitative and quantitative	کیفی و کمیتی	Sector	قطاع دائرہ
گ		Pole strength	قطبی طاقت
		Radians	قطریاں
Revolution counter	گردش شمارہ	Elipse	قطع ناقص (نکل ناقص بیضی)
Axis of rotation	گردشی محور	Force ratio	قوتی نسبت
Revolution counter	گردشی معدد	Force	قوت
Radius of gyration	گردشی نصف قطر	Force acting	قوتِ عاملہ
Stud	گل میخ	Sense of touch	قوتِ لمس
Contour	گھیرا (اعاطہ)	Retarding force	قوتِ مزاحمت
Gearing	گیرائی (بندش)	ک	
Gaseous phenomena	گیسی مظاہر		
ل		False zero	کاذب صفر
		Density	کثافت
Elasticity	نچک	Specific gravity	کثافتِ اضافی

انگریزی	اردو	انگریزی	اردو
Unknown mass	مجهول کثیت	Elastic limit	بچک کی انتہا
Co-ordinate axis	محدوی محور	Viscosity	لزومت
Finite area	محدود رقبہ	Applied force	لگائی ہوئی قوت
Minor axis	محور اصغر	Sinker	لنگر
Major axis	محور اعظم	Logarithm	لوگارتم
Axis of suspension	محور تعلیق	Hydrostatic balance	ماسکینی ترازو
Axis of symmetry	محور متساکی	Focus	ماسکہ
Motion of rotation	محوری حرکت	Hydrometer	مایع پیمیا
Rotation	محوری حرکت یا گردش	Independent variable	متبع متغیر
Pentagon	مخمس	Sliding jaw	متحرک چٹرا
Circular scale	مدور پیمانہ	Travelling crane	متحرک حال
Tracing arm	مرقسیم بازو (شمار کنندہ بازو)	Travelling Microscope	متحرک خردبین
Vibrating body	مرتعش جسم	Symmetrical	متساکی
Oscillating magnet	مرتعش مغناطیس	Equilibrium temperature	متساکی ثبات
Relative humidity	مرطوبیت اضافی	Equilibrating force	متعادل قوت
Spiral spring	مرغولہ دار مکانی	Cross-wires	متقاطع تار
Centre of oscillation	مرکز ارتعاش	Compensating	متعادل کرنے والی
Centre of suspension	مرکز تعلیق	Cord or ribbon	تار یا پٹی
Torsion pendulum	مروری قواس	Corresponding parallels	متناظر متوازی
Rectangular figure	مستطیل شکل	Parallelepiped	متوازی الاضلاع
Steady force	مستقل قوت	Equilateral triangle	مثلث مساوی الاضلاع
Analogy	مقابلهت	Hollow	مخوف
Experimenter	مشتاہد	Unknown area	مجهول رقبہ
Observations and readings	مشاہدات اور تقریرات		

اُردو	انگریزی	اُردو	انگریزی
مشق اکائیاں	Derived units	موسی حرکت	Harmonic motion
مشہودہ غلطی	Observed error	میکانیات (علم حل)	Mechanics
مظہاری نقشہ	Indicator diagram	میلان	Slope
معاون پیمانہ	Auxiliary scale	ن	
معیاریات (یا مقدمات)	Data	ناقص تختی	Elliptic plate
معیار اثر	Moments	ناقص نما	Ellipsoidal
مستقیم	Ordinate	ناقصی	Elliptical
سُغَرِق	Sinker	ناقصیت	Ellipticity
مغادر جلی	Mechanical advantage	نالیان	Slots
مقدمات (یا معطیات)	Data	نسب نما (مقسم علیہ)	Denominator
مقروءہ	Reading	نصاب	Fulcrum
مقسم علیہ (نسب نما)	Denominator	نصفہ ملیلی	Semi-ellipsoidal
مقیاس	Modulus	نظام	System
مکبر خیال	Magnified image	نظری	Theoretical
مکبر (قد - سرا)	Coefficient	نقطہ عمل	Point of application
مکون	Generator	نقل مکان	Displacement
مانس	Tangent	نکاس ملی	Delivery tube
ماسی سطح	Surface of contact	نمایندہ	Pointer
ماسی قوت	Tangential force	نوعیت	Nature
مسر پیمانہ	M m. Scale	نیم محور اصغر	Semi-minor axis
منظم مجسمات	Regular solids	نیم محور اعظم	Semi-major axis
منحني سطح	Curved surface	نیوٹن کا گلیڈ تیرہ	Newton's law of cooling
موجی نشان	Wavy trace		



اُردو	انگریزی	اُردو	انگریزی
		وقفے	Intervals
		۵	
واپسی جُفت	Restoring couple	ہلالی سطح	Meniscus
ورنیر پیمانہ	Vernier scale	بیضی (شکل ناقص قطع ناقص)	Ellipse
ورنیر (کسر پیم)	Vernier	ہوادار (ہوائی)	Pneumatic
وزن	Weight	ہوا کش	Aspirator
وزن پیم	Weight thermometer	ہوائی (ہوادار)	Pneumatic
وقت پیم	Chronometer	۷	
وقتِ دوران	Period of vibration	مخ کی امامت	Fusion of ice

اغلاطانا

عملی طبیعیات

خواصِ مادہ و حرارت

صحیح	غلط	۱	۲	صحیح	غلط	۱	۲
مدد	مدو	۱۱	۴۰	صغیر	صغیر	۳	۱۱
نقطہ	نقط	۱	۵۱	ک	ک	۶	۶
$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	۱۳	"	توازن	توازن	۱۳	۱۴
عام	نام	۱۴	۵۳	ہے	ے	۱۳	"
سمت	سمت	۶	۵۵	اُن	اِن	۲۱	"
رقبہ	رقبہ	۲۵	"	ا	ا	۲۵	۲۵
نظر سے	نظر سے	۱۵	۵۸	پی ورنیٹر	پی ورنیٹر	۳	۲۶
گر دشنوں	گر دشنوں	"	۵۹	اپے	اپے	۱۶	"
دو	دو	۴	۶۲	ورنیز	ورنیز	۱۹	"
ریزہ دار	ریزہ وار	۱۲	۶۷	درجے	درجے	۲۴	۲۷
اُچھال	اُچھال	۱۳	۷۹	۲۶۷۷	۲۶۷۷	۱۰	۲۹
کا حاصل	کا	۲۰	۸۰	آئیں	آئیں	۱۸	"
یکٹسن	یکٹسن	۳	۹۰	نکل	نکل	۱۲	۳۳

صحیح	غلط	۱۸	۱۹	صحیح	غلط	۱۸	۱۹
نقاط	نقاط	۱۸	۱۳۱	گزشتہ	گزشتہ	۱۰	۹۲
تعیین	تعیین	گوشت	۱۳۳	بحث	بحث	۱	۹۳
۱۲۵	۱۲۵	۲	۱۳۹	گ	گ	۸	۹۶
وسط	وسط	۱۶	۱۳۶	نقطہ دار	نقطہ دار	۷	۱۰۰
ت	ت	شکل ۱۵	"			شکل ۲۱	۱۰۳
اُستوانہ	اُستوانہ	۹	۱۳۸	خو	خو	۳	۱۰۵
۲۴۰	۲۴۰	۱۹	۱۵۸	والے	والے	۱۳	۱۰۶
کو	کو	۱۰	۱۵۹	کھینچے	کھینچے	۲۱	۱۰۸
کار آمد	کار آمد	$\frac{۱۰}{۲۱}$	$\frac{۱۵۹}{۲۶۰}$	سمتوں	سمتوں	۳	۱۱۰
چرخ	چرخ	۱۵	۱۶۰	فہ	فہ	شکل ۲۵	۱۱۱
گھ	گھ	۸	۱۶۴	ا	ا	۲۹	"
رکھی	رکھی	۱۱	"	طہ	طہ	"	"
سطحیں	سطحیں	۱۲	"	مقداریں	مقداریں	۲۰	۱۱۲
لو	لو	۱۸	"	ا	ا	۲۲	"
کلو	کلو	۲۲	۱۷۵	کی جاتی	کیا جاتا	۱۴	۱۱۷
قوتوں	قوتوں	$\frac{۶}{۱۳}$	$\frac{۱۸۱}{۱۸۸}$	کردیتی	کردیتا	۱۵	"
۵۰	۵۰	۲۳	۱۸۲	رُبعہ	رُبعہ	۱۹	"
م	دوسرے دائرہ کے اندر	شکل ۲۶	۱۸۵	طہ	طہ	۱۲	۱۱۵
نمایندہ	نمایندہ	۱۶	۱۸۹	اگر	اگر	۳	۱۱۶
قائم	قائم	۶	۱۹۲	بلنے	بلنے	۱۲	۱۲۰
کھینچی	کھینچی	۱۷	"	اثر کو	اثر	۱۳	"
درازی	درازی	۱۵	۱۹۳	=	=	۷	۱۲۱
کیست	کیست	۱۸	۱۹۶	صفحہ ۲۲۳	صفحہ ۲۲۳	۱۳	۱۳۱

صحیح	غلط	۴	۵	صحیح	غلط	۴	۵
قد	قہ	۱۳-۱۱	$\frac{224}{238}$	جائیں کہ	جائیں کہ	۲۱	۲۰۰
دو	دد	۱۲-۲	$\frac{238}{239}$	جائے تو	جائے تو	۱	۲۰۱
جاذبہ	جاذر	"	"	جبری	جبوی	۱۹	"
گرتے	گرے	۹	۲۲۸	جس	حس	۸	۲۰۲
و	د	۱۳	۲۲۹	Hick	Hiek	شغل	"
د	د	۲۰	۲۳۲	سر	سر	۱۶	۲۰۶
د	د	۲۲	۲۳۳	۲	۳	۲۳	"
جاذبہ سے ہو کر	جاذبہ ہو کر	۲	۲۳۸	متناسب	متناسب	۱۹	۲۰۸
۵	۵	شغل	"	قیمت	قمت	۲۳	"
صفحہ ۲۴۷	صفحہ ۲۴۷	۱۳	۲۵۲	وا	وا	۱۳	۲۱۳
فی ثانیہ	فی ثانیہ	۱۶	۲۵۳	متحرک مادہ x اسلخ	متحرک مادہ اسلخ	۱۰	۲۱۴
جہاں	جہاں	۱۸	۲۵۸	متلافی	متلافی	۸	۲۱۶
فی	فی	۷	۲۶۹	عملیات	علیات	۱۱	"
ہو تو	ہو تو	۴	۲۸۲	چھوٹا	چھوٹی	۱۳	۲۱۷
نلی	علی	۱۳	۲۸۷	لگا رہتا	لگی رہتی	۱۵	"
مبیلے	مبیلے	۶	۲۹۹	تیقن	تیقن	۲۴	"
۲۲	۲۲	۲۰	"	جیسے	جیسا	۲۲	۲۲۲
Atwood	At-wood	۲۰۳	"	یام	یا ۰	۱۰	۲۲۴
۹۸۱	۹۸۱	۱۸	"	چھوٹے	چھوٹے	۱۲	۲۲۷
نسب نامہ ۳	نسب نامہ ۳	۴	۳۰۸	ہوگی	ہوگی	۵	۲۳۱
"۱۰	"۱۱	۱۱	۳۰۹	ر	ر	۱۰	"
"۱۰	"۱۱۰	۱۵	"	میں	ہیں	۱۱	"
قیر صنوبر	قیر صنوبر	۱۰	۳۱۰	سے	سے	۲۴	۲۳۲

صحیح	غلط	نمبر	نمبر	صحیح	غلط	نمبر	نمبر
شیشہ کا انگیر	انگیر شیشہ کا	۳۶۹	شکل ۱۱	زرد صنوبر	ررد صنوبر	۱۱	۳۱۰
منحنی	منحنی	"	"	۵۶۴ - ۵۶۵	۵۶۴ - ۵۶۵	۱۲	"
کے	کے	۱۳	۳۶۶	ہیں	ہیں	۵	۳۲۰
د	د	۶	۳۸۵	۱۱۳۷	۱۱۳۷	۳	۳۲۳
د	و	۷	۳۸۶	مقروہ	مقروہ	۱۹	۳۲۹
رُخ	اُخ	۱۱	۳۸۶	ث	ث	۵	۳۳۲
(درجہ مئی) ۱	(درجہ مئی) ۱	۱۵	۳۸۷	نجم	نجم	۵	۳۳۳
نیش	نیش	۷	۳۹۱	()	()	۱۰	"
نخ (ت)	نخ (ت)	۲۵	۳۹۲	بہ	بہ	۱۲	"
سرا سر بہر	سرا سر بہر	۱	۳۹۹	اوسط	اوسط	۱۹	"
جو	جو	۶-۴	۴۰۰	ع	ع	۱۱	۳۳۸
ک	ک	شکل ۱۳	۴۰۱	پیا	پیا	۲۱	۳۳۹
ص	ص	۸-۶	۴۰۲	انگوٹھے	انگوٹھے	۱۵	۳۴۲
دوران	دوران	۲۵	۴۰۳	۱۰۱۳۲۰۰	۱۱۳۲۰۰	۱	۳۵۱
متعین	متعین	۹	۴۰۸	ٹھوس	ٹھوس	۵	۳۵۵
تہ	تہ	۱۱	"	حرارت	حرارت	۲۰	۳۶۲
ہ	ہ	۲۰	"	تصحیح	تصحیح	شکل ۱۲	۳۶۳
اُفتی	اُفتی	۱۹	۴۲۰	بیچے	بیچے	۱۷	۳۶۵

اشاریہ

عملی طبیعیات

خواص مادہ اور حرارت

مضامین	صفحات	مضامین	صفحات
آپ مسادی	۲۵۲	اسراع بوجہ جاذبہ زمین ۰.۸، ۰.۹، ۱.۰، ۲.۰، ۲.۲، ۲.۵، ۲.۸، ۳.۰، ۳.۲، ۳.۵، ۳.۸، ۴.۰، ۴.۲، ۴.۵، ۴.۸، ۵.۰	۲۶۵
آبی بخارات کا دباؤ	۲۱۲	اسراع زاویہ	۲۲۲
اُجھال	۷۹	اشعاع کے لیے تصحیح	۳۶۳
اختلافِ منظر	۲۵	اشعاع کے لیے حارہ پیمائی تصحیح	۳۶۳
آؤنی اور مینی تجزین	۴۱	اکالیاں بنیادی اور مشتق	۱۲
ارتقاع پیمایا	۳۱۶، ۳۱۲	اکائی مقدار حرارت	۲۵۲
ارشمیدس کا اصل	۸۰	اکائی وقت کی	۱۲
ارگ	۱۹۳	اگستین بخ کی خمی حرارت	۳۶۶، ۳۶۵
اڑ پھیر کے جہود کا انجیل یا اثر	۲۲۲، ۲۲۷	امسلر	۲۹
استعمال	۱۵۴، ۱۵۰	انتہائی رگڑ	۱۴۵
استوار جسم کی گردش	۲۲۲	انتہائی کچک	۱۶۰
استوار کا تھکاس	۲۲۲، ۱۵۴، ۱۴۲	انجمن	۱۵۰
استیفان کا کلیہ	۲۵۲	انحرافی طریقہ	۵
اسراع	۲۰۴، ۲۰۰	انحصار	۶۹
		انحصار کا نصف قطر	۴۶، ۶۳

صفحات	مضامین	صفحات	مضامین
۲۵	ہیم کپاس	۶۹	انخاؤ کی پیمائش
۲۷۶	بے ہم بار پیم	۲۰۲	انفرادی ترازو
	پ	۲۰۱.۵	اوسط شمسی شامیہ
۲۷۹	پرسردی	۲۱۵	ایٹوڈ کا آلہ
۳۲۶	پھیلاؤ، طولی	۲۱۶	ایٹوڈ کا آلہ، ستونی وضع کا
۳۳۹	پھیلاؤ، ظاہری	۲۲۱	ایٹوڈ کا آلہ، غبیقہ دار
۳۳۰	پھیلاؤ، کبھی		ب
۳۲۶	پھیلاؤ کی شرح، طولی		بار پیم
۳۳۹	پھیلاؤ کی شرح، ظاہری	۲۶۷	بار پیم، بے نم
۳۳۱	پھیلاؤ کی شرح، کبھی	۲۶۷	بار پیم، فوسٹن کا
۳۳۱	پھیلاؤ کی شرح، گسیبی	۲۶۱	بار پیم، لانا علی کی شکل کا
۳۳۱	پھیلاؤ، گیسوں کا	۲۶۱	بار پیم میں ہمیش کی تصحیح
۳۳۰	پھیلاؤ، مائع کا	۲۷۸	بار، دباؤ کی اکائی
۱۶۱	پھیلاؤ	۲۷۸	بائیل، رابرٹ
۳۲۹، ۳۲۸، ۳۲۷، ۳۲۶	پھیلاؤ، غریہ پیم	۲۶۷، ۱۶۹	بخارات، آبی کا دباؤ
۳۳	پھیلاؤ کی گمانی	۳۱۲	برآمدہ ہیرم کے لیے پینگ کا معیار
۲۰	پیمائش، وقت کی	۸۳	بسط کی شرح
	ت	۳۳۰	بصریہ
۱۸۵	تار کا موڑنا	۶۹	بقائے توانائی
۱۷۲	تار کی شکل کی شک کے لیے پینگ کا معیار	۱۱۳	بلندی کی پیمائش، بار پیم سے
۲۶۸	تھرمسٹر کی حرارت، مخفی	۲۷۷	بنیادی اکائیاں
۳۲۷	تبرید کا کلیہ	۱۱۳	بھاپ کی مخفی حرارت
۳۸۰	تبرید کے طریقہ، حرارت، نوعی کے لیے	۳۶۸	سیانسیس
۳۷۸، ۳۶۳	تبریدی مخفی	۳	بجم
۲۷۸	تپش اور بار پیمائی، بلندی	۱۱۸	

صفحات	مضامین	صفحات	مضامین
۲۹۳	تناؤ سطحی	۳۷۲	پیش اور دباؤ
۳۱۳	تنے کے تعریض کا اثر	۳۱۳	پیش پیا، شیشے کے سیلابی
۱۹۳	توانائی ایسے جسم کی جس میں فساد پیدا ہو گیا ہو	۳۱۸	پیش پیا کی تعمیر
۲۲۶، ۲۲۴، ۲۰۶، ۱۹۶	توانائی با فضل	۳۲۱، ۳۲۰	پیش پیا کی درجہ بندی
۳۹۸	توانائی حرارت	۳۱۴	پیش پیا کے ثابت نقطے
۱۹۳	توانائی کی اکائی	۳۴۴	پیش پیا، مستقل حجم والا، ہوائی
۱۱۳	توانائی کی بقا	۳۴۷	پیش پیا، وزن
	ط	۳۱۲	پیش پیا،
۲۱۰	ٹرائی، فلچر کی	۳۱۲	پیش کا پیمانہ
۲۵۴	ٹھوس کی حرارت نوعی	۳۸۶	پیش کا ڈھال
	ث	۳۸۶	پیش کا میلان
۲۱۴	ثابت نقطے، پیش پیا کے	۳۱۲	پیش کی پیمائش
۴۰، ۱۵	ثانیہ، اوسط شمسی	۳۵۰	پیش، مطلق
	ج	۱۲۷، ۱۱	تحسب کے ترسیعی طریقے
۲۶۵، ۲۶۴، ۲۵۳، ۲۲۰، ۲۰۹	جاذبہ زمین، بوجہ اسراع	۷	تحسب، نتیجوں کی
۱۲۸، ۱۲۳	جاذبہ کا مرکز	۱۰۹	تحلیل، سمتیوں کی
۱۷۲	جڑ	۱۶	ترازو
۲۲۳، ۱۲۱	جمود کا معیار، اثر	۱۸	ترازو کی ردک
۴۰۰، ۳۹۸	جول - جے - پی	۳۷۸، ۳۷۵، ۲۶۳، ۳۱۸، ۳۱۷، ۲۶۳، ۲۵۴	ترسیم
۳۲۴	جولی	۱۳۵	ترسیعی سکونیات
	چ	۱۳۵، ۱۲۷، ۱۱	ترسیعی طریقے
۱۵۹	چرخ اور محور	۲۳۳، ۲۱۷، ۲۱۲	تعمیم، بوجہ گرد
۱۶۵	چرخ بندی (یا جمع گیری)	۱۴۲، ۱۱۷	تبادل
۲۳۸	چرخ، سطح مائل پر	۱۵۹	تقریبی چرخ اور محور

صفحات	مضامین	صفحات	مضامین
۱۴۱	حرکی رگڑ	۱۴۶	چرخنی پر رستی کی رگڑ
۲۴۵'۲۴۲	حیطہ اتزاز	۱۵۵	چرخنی کے بلاق
۱۵۲	خطی مفاد	ح	حاصل
۳۶	خرد بین	۱۰۰	حجم بسط پیا
۳۶	خرد بین خردہ پیا	۸۶'۶۲	حجم کی تعیین
۳۷	خرد بین تحرک یا ورینڈ	۲۶۶	حجم انگیس کا
۲۲۸'۳۲	خردہ پیا بیج	۱۷۳	حجمی مقیاس
۳۱۹'۲۹۸'۳۶	خردہ پیا چشمہ	۲۶۲	حرارت بردار
۳۶	خردہ پیا خرد بین	۴۲۲	حرارت پر تشقیق
۲۲۵	خطی اور زاویہ حرکت کا تعادل	۳۹۸	حرارت کا معادل حلی
۲۰۱	خوامن مادہ	۳۵۲	حرارت کی اکائی
۴۱۳	دانیالی طوبت پیا	۳۸۰	حرارت نوعی تبرید کے طریقے سے
۷۹	دباؤ	۳۵۴	حرارت نوعی، ٹھوس کی
۴۱۲	دباؤ، آبی بخار کا	۳۵۳	حرارت نوعی کی تعریف
۴۱۲	دباؤ، بخارات	۳۵۸	حرارت نوعی کے لیے رینو کا آلہ
۲۹۹	دباؤ، مایوں کے ملبے میں	۳۸۰'۳۹۰	حرارت نوعی، مائع کی
۳۶۷	دباؤ، گرہ ہوائی کا	۳۹۸'۳۵۲	حرارہ
۴۷۰'۲۶۹'۷۹	دباؤ کی اکائی	۳۵۳	حرارہ پیا
۷۹	دباؤ کی تعریف	۳۵۲	حرارہ پیمائی
۳۱۶	دباؤ کے لیے نقطہ جوش کی تصحیح	۳۶۲	حرارہ پیمائی تصحیح، اشعاع کے لیے
۳۴۶'۲۸۱'۲۶۶	دباؤ، گیسوں کا	۲۴۱	حرکت انتقازی
۳۲۱'۳۲۰	دیجہ بندی، تپش پیمائی	۲۰۰	حرکت کا معیار اثر
		۲۰۰	حرکت کے معیار اثر کی بقا

صفحات	مضامین	صفحات	مضامین
۱۳۵	رسمانی کثیر الاضلاع	۲۲۱'۲۴۵-۲۵۱'۲۶۱	دوران
۲۱۵	دینو	۲۲۱	دوری حرکت
۲۵۸	دینو کا اگر حرارت نوعی کے لیے	ط	
۲۱۶	دینو کا رطوبت پیم	۲۰۹	ڈائمن
	س	۲۰۶	ڈینامو میٹر
۲۲۶	زاویہ اسراع	۲۵۳	ڈیوار کا خلائی برتن
۲۲۲'۲۲۸'۲۲۶	زاویہ رفتار	ر	
۲۲۵	زاویہ سادہ موسیقی حرکت	۲۶۶'۱۰۹	ڈیوٹ بائیل
۱۴۰	زور	۲۹۳	ربر کی موصیلت حرارت
	س	۱۳۵	رطبی کثیر الاضلاع
۲۵۲'۲۲۶'۲۲	سادہ رفاص	۲۱۲	رطوبت پیمائی
۲۵۹	سادہ متبادل رفاص	۲۰۸'۲۰۰	رفتار
۲۲۱	سادہ موسیقی حرکت	۲۲۲'۲۲۸'۲۲۶	رفتار زاویہ
۲۰	سرل چاپ	۱۵۲	رفتاری اور توانی نسبت
۲۵	سرل چاپ اندرونی یا بیرونی	۱۵۲	رفتاری نسبت
۲۸	سطح پیم	۲۵۲'۲۴۶'۲۴	رفا ص سادہ
۵۳	سطح پیم کا صفری دائرہ	۲۵۹	رفا ص سادہ معادل
۵۵	سطح پیم کی تعبیر	۲۶۲'۲۵۸'۲۴۴	رفا ص مرکب
۱۳۲' ۱۱۱	سطح مائل	۲۶۳'۲۴۹	رفا ص مردوی
۲۳۵	سطح مائل پر چرخ	۲۳	رقبہ کی پیمائش
۲۳۴	سطح مائل پر رولکنے والے ٹھوس اجسام	۴۰' ۱۳۹	رگڑ
۲۹۳	سطح تناؤ	۱۴۶	رگڑ چغنی پر رسی
۹۸	سکونیات	۲۳۳' ۲۱۴' ۲۱۳	رگڑ کی تصحیح
۱۴۱	سکونی رگڑ	۱۳۰	رگڑ کے مکرر

صفحہ	مضامین	صفحہ	مضامین
	ظ	۱۱۱	سکونی سطح مائل
۳۳۹	ظاہری پھیلاؤ	۲۷۰، ۲۰۹، ۱۲	سنگ، گٹ، رکائیاں
	ع	۱۰	سلائیڈ دول
۱۹۹	علم حرکت	۹۸	سمتیاں
۴۱	یعنی اور اُذنی تخمینہ	۹۹	سمتیوں کا متوازی الاضلاع
	ف	۱۰۹	سمتیوں کی تحلیل
۱۷	فساد	۴۷	سمسن کے قاعدے
۲۱۰	فلپیچ کا رُالی دار آلہ	۱۳	سنٹی میٹر
۲۷۱	فورین کا بار پیم		ش
	ق	۲۹۴	شہریت
۳۸۶	قدر موصلیت حرارت	۲۷	شمار اقل
۲۳۹	قرس کے جہود کا معیار اثر	۲۹۲	شیبہ کی حرارتی موصلیت
۸۸	قطر کی پیمائش	۲۱۳	خیشے کے سیلابی پیش پیم
۱۵۲	قوانی نسبت		ص
۱۹۹، ۹۹	قوت	۳۰۰	صابن کے محلول کا سطحی تناؤ
۸۱	قوت اُچھال	۳۱۵، ۳۵، ۳۱	صفر کی غلطی
۱۱۷	قوت کا معیار اثر	۵	صفری طریقے
۲۰۹	قوت کی رکائی	۳۱۵، ۳۵، ۳۱	صفری غلطی
۱۰۷، ۹۹	قوتوں کا متوازی الاضلاع		ط
۱۰۷، ۱۰۱	قوتوں کا مثلث	۱۶۷	طاقت اور وزن
۹۸	قوتوں کی ترکیب	۲۷۰	طبعی گرہ ہوائی
	ک	۱۳	طول کی اکائی
۲۰	"کاذب صفر" کے ساتھ عمل کرنا	۸۹، ۲۹، ۲۴، ۷	طول کی پیمائش
۳۹۸	کام اور حرارت	۳۲۶	طولی پھیلاؤ

صفحات	مضامین	صفحات	مضامین
۱۴	کمیت مادہ کی اکائی	۱۹۳	کام کی اکائی
۲۳، ۱۶	کمیت مادہ کی پیمائش	۲۲۶، ۱۱۳	کام کی پیمائش
۳۰، ۴	کیلنڈر کا آلہ	۳۳۳، ۶۲	کشافت
	گ	۷۳	کشافت اضافی
۱۴	گرام	۷۴	کشافت اضافی بزل
۲۲۳	گردش، استوار جسم کی	۲۵۰، ۲۲۱	کشافت اور تپش
۲۲۴	گردش، نصف قطر	۱۳۵	کشیت الاضلاع، رابطی باریسانی
۲۹	گزر	۱۰۸، ۱۰۳	کشیت الاضلاع، قوتوں کا
۲۵۲	گنجائش حرارت	۶۴	کردیت پیم
۳۴۱	گیسیوں کا پھیلاؤ	۲۷۰	گرہ ہوائی، طبعی
۳۵۰	گیسی مستقل	۲۸۰	گرہ ہوائی کا دباؤ، مطلق اکائیوں میں
۲۶۶	گیسیں	۲۶۷	گرہ ہوائی کے دباؤ
	ل	۳۱۹، ۴۱۲	گرہ ہوائی میں بخارات آب
۹۴	لانٹارن	۳۳۰	کعبی پھیلاؤ
۲۷۰	لانٹارن کی شکل کا بار پیم	۳۷۴	کلیئہ اسٹیفان
۱۶۹	لچک	۳۵۰، ۲۸۳، ۲۶۶	کلیئہ بانیل
۱۷۱	لچک کا مقیاس	۲۷۴	کلیئہ تبرید
۱۷۰	لچک کی انتہا	۳۵۰، ۲۴۱	کلیئہ شادل
	م	۱۹۱، ۱۷۹	کلیئہ ہوک
۲۶۷	مازی اوٹ	۲۵۱	کمانی، اسراع
۷۸	ماسکونی ترازو	۱۹۱	کمانی ترازو
۸۹	مائع پیم	۱۹۱	کمانی کی تعبیر
۳۴۰	مائع کا پھیلاؤ	۱۹۵	کمانی کی توانائی
۳۸۰، ۳۶۰	مائع کی حرارت نوعی	۲۰۸، ۱۶۰	کمیت مادہ اور وزن

صفحات	مضامین	صفحات	مضامین
۱۵۲	مقادیرِ جلی	۳۲۹'۳۱۹'۲۹۹'۲۷۲	متحرک یا در نیٹر خرد بین
۲۵۵	مُقَرَّر مینہ کرہ	۱۰۰	متبادل
۳۹۱	مقوے کی موصلیت حرارت	۹۹	متوازی الاضلاع، مستقیموں کا
۲۶۳'۱۸۳'۱۷۲	مقیاس استواری کا	۱۰۷'۹۹	متوازی الاضلاع، قوتوں کا
۱۷۳	مقیاس، جچی	۳۶۸'۳۶۵	مختفی حرارت
۱۷۱	مقیاس، چک کا	۳۶۸	مختفی حرارت، بجاپ کی
۱۷۳'۱۷۱	مقیاس، یتک کا	۲۹	مدور پیمانہ اور در نیٹر
۳۸۶	مکرر رگر کے	۲۳۹	مرتعش تقاطیس
۳۸۶	موصلیت حرارت	۴۱۲	مرطوبیت پیم
۳۸۶	موصلیت حرارت کی قدر	۲۶۲'۲۵۸'۲۳۷	مرکب رقاص
۳۹۹'۳	میتھر	۲۶۰	مرکز ارتعاش
۹۸	میزانی	۲۶۰'۲۵۹	مرکز تعلیق
	ن	۱۲۸'۱۲۲	مرکز جاذبہ
۷	نیچوں کی تحسب	۲۶۳'۲۳۹	مروڑی رقاص
۱۵۲	نسبت، رفتاری اور توانی	۳۳۲	مستقل حجم والا ہوائی تپش پیم
۳۷۸'۳۳۸'۳۲۲	نقطہ اامت	۵	مشابہت کی صحت
۳۱۵'۳۱۲	نقطہ انجماد	۱۳	مشق اکائیاں
۳۲۳'۳۱۶'۳۱۵'۳۱۲	نقطہ جوش	۳۲۲	مشقیں حرارت پر
۴۱۲	نقطہ شبنم	۱۵۰	مشینیں
۹۰	نکلسن، مائع پیم	۲۵۰	مطلق تپش
۲۹۷	علی کے سورخ کی پیمائش	۳۹۸	مبادل جلی، حرارت کا
۳۷۳	نیوٹن کا گلیڈ تبرید	۲۲۷'۲۲۳'۲۱۳	معیار اثر، جمود کا
۱۹۹	نیوٹن کا گلیڈ حرکت	۱۱۷	معیار اثر، قوت کا
	و	۲۰۱	معیار اثر کی بقا

صفحہ	مضامین	صفحہ	مضامین
۲۰۲	ہلکن کی اندامی ترازو	۲۶	ورنیٹر پی
۳۳۳	ہوائی تپش پیم	۳۷	ورنیٹر خوردبین
۱۶۹	ہوک	۲۶	ورنیٹر (کسر پیم)
۱۹۱، ۱۷۳، ۱۶۹	ہوک کا کلیہ	۲۶	ورنیٹر (کسر پیم) کا اصول
۲۳۲	ہیئت	۱۶۷	وزن اور طاقت
۹۶	ہیئت کا آلہ	۲۰۸، ۱۶	وزن اور کثرت مادہ
	ی	۳۳۷	وزن تپش پیم
۱۷۳، ۱۷۱	ینگ کا مقیاس	۱۳۸، ۱۲۳، ۱۰۸، ۱۶، ۷	وزن کرنا
۱۸۳	ینگ کا مقیاس برآمدہ پیرم کے لیے	۱۳	وقت کی اکائی
۱۷۵	ینگ کا مقیاس تار کے لیے	۲۰	وقت کی پیمائش
۱۸۰	ینگ کا مقیاس شہتیر کے لیے	۷	وہیٹ ۲ سلون کا پل
		۵	

DUE DATE

Acc. No. 1955

1685

Late Fine Ordinary books 25p. per day, Text Book
Re 1 per day, Over night book Re 1 per day.

[illegible]

